Oversize
QK1
.M35
S.2
1905
v.3

ANNALES

DE

L'INSTITUT COLONIAL

DE MARSEILLE

FONDÉES EN 1893 PAR

M. LE PROFESSEUR Dr ÉDOUARD HECKEL

et publiées sous sa direction.

Publication subventionnée par le Conseil général des Bouches-du-Rhône

---

Treizième année. 2e série. 3e volume (1905)

1° **Madagascar en 1756**, par M. BERNARD, chirurgien au service de la Compagnie des Indes (préface par M. le professeur GAFFAREL).

2° **Étude chimique sur les huiles de bois d'Indo-Chine**, par M. Et. LEFEUVRE.

3° **Étude morphologique et anatomique du Sablier** (*Hura crepitans* L.), par M. GILLES.

4° **L'Eperua falcata** Aublet (*Wapa huileux* de la Guyane), au point de vue de la Morphologie externe et de l'Anatomie, par M. L. COURCHET, professeur à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier.

5° **Le Kirondro de Madagascar** (*Perriera Madagascariensis* Courchet), nouvelle Simaroubée toxique par M. L. COURCHET, professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie de Montpellier.

6° **Étude du Voanpiso** ou **Moranda**, péricarpe comestible du *Raphia pedunculata* Palisot de Beauvois, de Madagascar, au point de vue botanique et chimique (nouvelle source de matière grasse), par MM. DECROCK et Fr. SCHLAGDENHAUFFEN.

7° **Morphologie générale et étude anatomique de la Larve d'Io Irene**, chenille sericigène de la Guyane Française, par M. L. BORDAS, docteur ès sciences naturelles, docteur en médecine, maître de conférences à la Faculté des sciences de Rennes.

MARSEILLE
INSTITUT COLONIAL
63, BOULEVARD DES DAMES, 63

—

1905

D 2,00

ANNALES

DE

L'INSTITUT COLONIAL DE MARSEILLE

(Année 1905)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

ANNALES

DE

L'INSTITUT COLONIAL

DE MARSEILLE

FONDÉES EN 1893 PAR

M. LE PROFESSEUR Dr ÉDOUARD HECKEL

et publiées sous sa direction.

Publication subventionnée par le Conseil général des Bouches-du-Rhône

---

Treizième année. 2e série. 3e volume (1905)

1° **Madagascar en 1756**, par M. BERNARD, chirurgien au service de la Compagnie des Indes (préface par M. le professeur GAFFAREL).

2° **Étude chimique sur les huiles de bois d'Indo-Chine**, par M. Et. LEFEUVRE.

3° **Étude morphologique et anatomique du Sablier** (*Hura crepitans* L.), par M. GILLES.

4° **L'Eperua falcata** Aublet (*Wapa huileux* de la Guyane), au point de vue de la Morphologie externe et de l'Anatomie, par M. L. COURCHET, professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie de Montpellier.

5° **Le Kirondro de Madagascar** (*Perriera Madagascariensis* Courchet), nouvelle Simaroubée toxique par M. L. COURCHET, professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie de Montpellier.

6° **Étude du Voanpiso** ou **Moranda**, péricarpe comestible du *Raphia pedunculata* Palisot de Beauvois, de Madagascar, au point de vue botanique et chimique (nouvelle source de matière grasse), par MM. DECROCK et Fr. SCHLAGDENHAUFFEN.

7° **Morphologie générale et étude anatomique de la Larve d'Io Irene**, chenille séricigène de la Guyane Française, par M. L. BORDAS, docteur ès sciences naturelles, docteur en médecine, maître de conférences à la Faculté des sciences de Rennes.

MARSEILLE

INSTITUT COLONIAL

63, BOULEVARD DES DAMES, 63

—

1905

Mo. Bot. Garden.
1906

MADAGASCAR EN 1756

PRÉFACE

M. Rey, médecin en chef de l'hospice des aliénés à Marseille, nous a communiqué un manuscrit composé par un de ses ancêtres, le chirurgien Bernard. Ce manuscrit contient l'histoire de ses voyages à travers le monde.

Bernard était né dans un petit hameau près de Carpentras, vers 1715. Ce qui le décida à chercher fortune hors de France, ce ne fut pas le besoin, mais une véritable passion d'aventures, alors plus commune à nos compatriotes qu'on se l'imagine communément. Ainsi qu'il l'a écrit « les réflexions que je fis il y a environ dix ans sur un passage d'un bon auteur qui dit : Celui qui n'est jamais sorti de son pays est comparable à un homme qui a une belle bibliothèque et n'a lu qu'une page de ses livres. *Cela joint à la curiosité et à l'ambition commune à tous les hommes, je me déterminai à m'expatrier pour un temps. »*

En 1745, Bernard partait pour la Flandre en qualité de chirurgien volontaire. Il assistait au siège de Tournai, à la bataille de Fontenoy, à la prise de Gand et aux sièges d'Ostende et de Newport. Un de ses oncles, major des troupes de la Compagnie des Indes à Lorient, l'engagea à le suivre en Asie. Notre jeune chirurgien se laissa tenter. En 1746, il allait aux Indes, prenait part au siège de Madras par La Bourdonnais, assistait à la terrible tempête qui dispersa la flotte du vainqueur, et rentrait à Pondichéry. Deux ans plus tard, en 1748, il retournait aux Indes, et avait la satisfaction d'être de ceux qui assistèrent à la déconvenue des Anglais, sous les murs de Pondichéry, défendue avec tant d'héroïsme par Dupleix. L'année suivante, nous le retrouvons à l'Ile de

France, et en 1750 au Cap de Bonne-Espérance, où il a été jeté par la tempête. En 1751, il parcourt la France, tantôt de Paris à Carpentras, tantôt d'Avignon à Lorient, mais pour regagner bientôt les Indes, où il séjournera jusqu'au 23 mai 1754. La même année, dès le 22 novembre, il reprenait la mer et commençait cette fois un long voyage qui le conduisit jusqu'en Chine, en Océanie et à Madagascar. Revenu à Carpentras en décembre 1757, il y composait le récit de ses voyages, et notamment du dernier.

Nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'extraire de ce manuscrit les pages relatives à Madagascar. Puisque la grande île madécasse devient une France nouvelle, et que, sous nos yeux, s'y réalise le rêve de nos premiers colonisateurs, les Pronis et les Flacourt, il sera peut-être utile de connaître la situation précise de nos établissements vers le milieu du XVIII^e^ siècle, et quelles ressources ils présentaient déjà à nos compatriotes.

Certes, Bernard n'est pas un écrivain, mais il paraît avoir été observateur sagace. Ses mémoires furent composés, non pas avec l'arrière-pensée d'être jamais publiés, mais pour sa satisfaction personnelle. Il voulait surtout se rendre utile. Aurons-nous réussi à exaucer ses désirs en publiant aujourd'hui ce fragment de son œuvre?

Paul GAFFAREL.

MADAGASCAR EN 1756

PAR

M. BERNARD,

Chirurgien au service de la Compagnie des Indes.

L'isle de Madagascar est située le long des côtes orientales d'Afrique, Elle a environ 130 lieues de longueur et 120 de largeur. Sa circonférence est de 8 à 900 lieues françaises. Elle est reconnue la plus grande isle de la mer. Elle a été visitée de toutes les nations de l'Europe qui poussent leur navigation au delà de l'équateur, mais il paraît que les difficultés qu'elles ont trouvées à s'en rendre maîtres ou à s'y établir leur en ont fait abandonner le dessein.

Sa pointe, au sud, s'élargit vers le cap de Bonne-Espérance, et celle du nord, beaucoup plus étroite, se courbe vers la mer des Indes. Cette terre est extrêmement relevée par des montagnes fort droites et fort hautes, qui s'élèvent dans l'intérieur, mais on y voit d'agréables plaines et de grands bois toujours verds, dont les arbres sont de différentes espèces. Il se trouve dans cette isle quantité de fossés pleins d'eau croupissante où se ramassent des feuillages et des morceaux de bois qui s'y corrompent et infectent l'air.

Climat. — Le climat y est tempéré. La saison des pluies qui règnent plus particulièrement depuis le mois de novembre jusqu'en avril est pernicieux aux étrangers, ainsi que les grandes chaleurs qui se font sentir dans l'autre saison. Cette intempérie de l'air cause aux Européens qui n'y sont pas accoutumés des maladies dangereuses. La fièvre maligne et venimeuse enlève souvent en vingt-quatre heures l'homme du

meilleur tempérament. Les observations réitérées que nous avons faites sur différents cadavres que nous avons ouverts nous ont assuré que ces cruels maux proviennent des vers, dont certains en avaient tous leurs intestins pleins, d'autres en avaient dans les viscères et jusque sur les yeux où ils causaient des inflammations érysipélateuses et de petites tumeurs rondes qui cédaient aux fermentations du fiel de bœuf dissous dans du vinaigre.

Recherches sur la cause du mauvais air. — Quelques-uns qui croient de bien penser s'imaginent qu'il y a dans l'air beaucoup de poison, soit celui qui s'exhale des végétaux infects, comme il est trop certain par l'usage que les nègres ont d'empoisonner leurs sagayes du suc des fruits et des plantes, soit celui qui sort continuellement d'une infinité d'animaux venimeux. Ce poison, si on en croit les mêmes personnes, est retenu dans la poussière et le sable pendant le temps de la sécheresse, mais les premières pluies le développent et, le soleil venant à l'exhaler dans l'intervalle des pluies, il retombe avec elles et donne à l'air des qualités dangereuses. On croit cette remarque bien confirmée par un effet singulier des premières pluies. Elles laissent des marques et des taches non seulement sur la peau, mais jusque sur les habits, et, pour peu qu'on les laisse à l'humidité, il s'y engendre des vers fort dégoûtants.

Nous avons observé aussi dans notre vaisseau qu'on tuait tous les jours un bœuf pour l'équipage, et quoiqu'on fît cette opération la nuit par la fraîcheur, le lendemain matin, quand on distribuait la viande, on y voyait beaucoup de petits vers, qui ne provenaient pas de la corruption de la viande qui était encore chaude, mais au contraire par cette même chaleur naturelle qui faisait éclore les petits œufs venimeux que la rosée avait fait tomber. Cette matière venimeuse s'exhale aussi dans tout ce qu'on boit et ce que l'on mange, et dans les petits atomes qui remplissent l'air.

Précautions pour les maladies épidémiques. — Les meilleures dispositions pour se préserver de cette maladie épidémique sont de mener une vie frugale, de ne pas rester la nuit

au serein et de ne pas boire de l'eau sale à moins qu'elle n'ait passé au feu [1]. L'usage du café est bon pour fortifier l'estomac et mettre les humeurs en mouvement. Alors les matières venimeuses sortent et sont écrasées par le frottement ou entraînées hors des endroits qui leur servent de matière pour éclore.

Caractère des Madégasses. — Les Madégasses sont noirs comme les Cafres, ayant le nez plat et les cheveux cotonnés, agiles et d'une contenance fière. Ils savent dissimuler leur dessein sous une apparence douce. Ils sont ordinairement nus à la réserve des parties honteuses qu'ils couvrent avec un morceau de pagne ou un chiffon de toile bleue des Indes. Quelques-uns cependant se parent avec les étoffes du pays qui sont les pagnes. Il leur en faut deux ou trois brassées pour s'entortiller le corps depuis la ceinture jusqu'aux genoux. Une autre pièce de la même grandeur au contraire leur sert d'habit et de manteau, sans aucune façon ni couture. Ils tiennent cette dernière avec une main, mais il faut qu'il fasse froid pour la porter, ou bien quand ils vont en visite. Ils se servent quelquefois de bonnets qu'ils font de certains joncs. Ils n'ont en pratique aucune sorte de métier que celui de l'agriculture et d'être un peu charpentiers pour construire leurs maisons.

Leurs femmes. — Les femmes y sont bien faites et d'une complexion fort amoureuse. Elles ont bonne mine, la peau noire, mais douce au toucher, les yeux vifs et brillants, tirant un peu sur le jaune, les dents fort blanches. Elles sont fort propres, parce qu'elles se lavent journellement dans la mer ou dans la rivière, mais cela ne guérit pas celles qui sont infectées de la débauche. Elles sentent toujours une odeur de nègre sauvage par rapport à l'huile de poisson dont

1. Il est remarquable de voir que, déjà à cette époque et deux siècles avant la découverte du monde microbien et de son influence nocive sur l'homme, l'expérience avait devancé l'observation scientifique et dicté aux médecins des pratiques de protection dont la science n'a fait que confirmer la valeur, en les plaçant dans une lumière plus vive et plus sûre. L'empirisme a aussi des répercussions heureuses qui contribuent au progrès. E. H.

elles s'huilent la chevelure pour pouvoir la débrouiller. Une dent d'animal de quatre à cinq travers de doigt de longueur leur sert de peigne. On pourrait bien dire que leur coiffure fait toute leur parure. Les unes ont plusieurs tresses de cheveux pendantes, les autres les lient ensemble et en font de petits compartiments, d'autres font plusieurs touffes resserrées avec art. Elles ne se servent jamais d'aucun fard ni de poudre à poudrer.

Leur parure et habillements. — Leur habillement est à peu près celui des hommes, mais, au lieu de manteau, celles qui ont le moyen de l'acheter, ou le savoir faire pour le gagner, ont un caleçon de toile bleue ou d'un mouchoir ordinaire. Il est fermé par le haut comme une chemise d'homme et à peine descend-il jusque sur les mamelles. Le devant est ouvert pour pouvoir le mettre et l'ôter, et il tient fermé au moyen d'une boucle d'étain ou d'argent qu'ils façonnent grossièrement avec un ardillon aplati, et elles appellent cela le *yéyé*, qui leur sert d'ornement, et elles le multiplient selon leurs facultés. Elles ont aussi des pendants d'oreilles d'argent en lames plates et des chaînes d'argent au col qui viennent jusqu'à la poitrine. Elles se pareraient bien mieux si on leur donnait du corail ou autre chose, mais, comme ce peuple n'est riche qu'en troupeaux, on ne s'empresse guère à leur porter des marchandises.

Le roi de Foulepointe. — Il y a dans l'isle de Madagascar plusieurs rois qui sont toujours en guerre les uns contre les autres, et les prisonniers qu'ils se font réciproquement sont les esclaves qu'ils vendent aux Européens. Le roi du quartier de Foulepointe s'appelle Jeanhar, fils de feu Tamsimalo, que j'ai vu dans mes précédents voyages en 1747. Il est âgé d'environ vingt-trois ans, d'un caractère vif, emporté, mais lâche dans les occasions où il devrait avoir de la fermeté pour se faire obéir, et être despotique comme était jadis son père, qui était fils d'un forban anglais. Il parle bien français ainsi que tous les habitants de cette contrée, parce qu'ils commercent toujours avec les Français qui y ont toujours quelque vaisseau.

Le quartier de Foulepointe est considérable et sa situation

assez agréable pour pouvoir se promener dans les chemins qui sont assez larges pour les troupeaux de bœufs qui y passent souvent. La vue ne s'étend pas loin, étant bornée par les forêts qui s'allongent presque jusqu'au bord de la mer, excepté quelques défriches autour de la ville. Le terrain est inégal sans être montagneux, mêlé de terre noire et de sable qui produit beaucoup de pâturages et coupé de plusieurs ruisseaux et rivières, sur lesquels nous avons fait des ponts de planches pour pousser nos promenades à l'ombre dans les bois où nous trouvions de distance en distance des clos défrichés, semés de riz qui était de la hauteur d'homme.

Ville capitale. — La ville de Foulepointe est composée d'environ mille cases, entourée d'une forte palissade qui lui sert de mur. Les pieux qui la composent sont fort gros et de la hauteur de sept à huit pieds, percés par le haut, dans l'ouverture desquels on passe des lattes de bois pour les contenir tous ensemble. Leur porte de ville est parmi quelques-uns de ces mêmes pieux qui, n'étant point plantés en terre, tiennent aux mêmes traverses d'en haut comme les autres, et lorsqu'on veut entrer ou sortir, on pousse en dedans ces palissades flottantes et on les appuie ordinairement le jour sur des piquets plantés pour cela à côté. Les noirs ferment la nuit ces ouvertures en laissant tomber la palissade et mettent au dedans d'autres traverses en bois, avec des coins de bois pour les arrêter.

Cette ville est située proche le bord de la mer sur un terrain sablonneux, et elle a changé deux fois de place à ma connaissance par les irruptions que fait la mer dans les ouragans.

Les maisons. — Les cases ou maisons ne sont que de bois, d'un seul étage, avec un plancher élevé d'environ deux pieds pour éviter l'humidité de la terre. Ce plancher n'est qu'un assemblage de petites goelettes de bois, espèce de claie où on étend une natte de joncs. Les côtés sont des espèces de paillassons faits avec de gros joncs embrochés avec des verges de bois, qui servent de murailles en les attachant contre des liteaux. Elles sont couvertes avec de grandes feuilles de cer-

tain palmier et cocotier, qui parent aussi bien la pluie que les tuiles. Elles n'ont point de fenêtre et qu'une seule porte, qu'ils ferment sans serrure, avec une seule traverse de bois par derrière en y mettant des coins pour la tenir ferme. Leur ameublement consiste dans une tapisserie de nattes ou de pagnes avec des corbeilles de la même chose, et quelques planches suspendues en forme de tablettes. Le foyer est de terre glaise qui forme un petit carré, ou avec trois pierres qui forment un trépied. On fait cuire le riz dans des panèles de terre. Les Madégasses mangent du bœuf, de la volaille, des œufs, du poisson et plusieurs autres animaux et des bananes dans du lait. C'est ordinairement les femmes qui ont le soin de la cuisine.

Leurs vaisselles. — Il paraît singulier que les Madégasses aient à chaque repas des couverts et des ustensiles neufs, et dont ils ne se servent qu'une fois. Ce sont des feuilles de bananier, qui sont longues de sept à huit pieds, et larges d'un pied, unies, d'un vert luisant, ayant une côte au milieu qui règne dans toute sa longueur. On les coupe par morceaux plus ou moins grands, et dont on relève les angles pour former une espèce de vase qu'on tient avec de fortes épines pour y mettre leur ragoût. De ces mêmes feuilles, ils font des cuillères en leur donnant une forme par certains plis. Par ce moyen ils boivent leur sauce, car ils ne font point de soupe. Leur riz est cuit de la même manière que les Orientaux, c'est-à-dire en grains secs, et ils le mangent avec les doigts. Ils ne se servent guère de couteaux. Leur nappe est une natte, et ils mangent toujours assis avec leurs jambes croisées, n'ayant ni chaises ni bancs pour s'asseoir comme les autres peuples.

Le palais royal. — La maison du roi de Foulepointe n'est pas mieux décorée que les autres. Elle est un peu plus grande et beaucoup plus élevée. On prendrait cet édifice pour un vrai colombier. Pour y monter, il y a une espèce d'échelle composée de quelques morceaux de bois assemblés les uns contre les autres, qui tiennent la largeur de la porte, parmi lesquels on a fait des coches pour placer les pieds à la place des marches ; enfin, un bâton attaché d'un bout à l'autre sert de

rampe pour s'entretenir. Son lit est commun avec ceux de ses sujets. Une natte étendue sur le plancher est tout ce qu'il lui faut pour se reposer. Il y a dans un quartier quelques autres cases pour loger les siens, et le tout est entouré d'une palissade qui forme l'enceinte du palais royal, dans laquelle il y a un mât planté pour arborer un pavillon blanc de toile de coton, qu'on a fait présent au roi. On y voit aussi deux canons de fer de six livres de balles, sans affûts, appuyés sur des tréteaux, qui ne servent que de parade. Il y a cependant à chaque coin de son entourage une case de bois plus forte que les autres, qui servent de tours de garde, ayant pratiqué des trous en forme de créneaux dans l'épaisseur de quelques palissades pour passer le canon d'un fusil, si on venait attaquer le roi, et dans ces trous il y a des soldats avec un râtelier garni de quelques fusils chargés à balles.

On voit de distance en distance, le long de la grande palissade qui forme l'enclos de la ville, de semblables tours de garde, qui servent de forteresses envers leurs voisins, qui sont leurs ennemis, et qui ne sont armés que de zagayes : ce sont des lances ferrées des deux bouts. Toutes les maisons sont construites en bois, et il n'y a pas un clou de fer. Les noirs n'ont pour tout outil que de simples haches de fer qu'ils forgent eux-mêmes.

La loge française. — Le premier bâtiment qui paraît au bord de la mer est la loge des Français. C'est un grand entourage de palissades, mieux dirigé que celui de Sa Majesté madégasse, ayant au dehors un fossé à l'entour, dont la terre a été mise en dedans des palissades, qui forme une élévation et sert de chemin courant. Les zigzags que font les palissades représentent des bastions. Un mât de pavillon planté au milieu de la cour sert pour faire les signaux aux vaisseaux en cas d'alerte avec les noirs. Cette loge consiste en plusieurs cases pour loger le Français qui fait la traite et les soldats qui sont pour garder les effets de la compagnie qui sont mis en magasin.

Intervention avec les noirs. — Quoique les noirs de Madagascar ne soient absolument pas bien mauvais, ils sont sujets

aux tracasseries pour un rien, et s'animent enfin au point de s'en défier. Il suffit qu'un de leurs chefs arbore une queue de vache en haut d'une perche pour que la traite ou le commerce soit suspendu. Alors on n'entend que hurlements. Un concours de monde paraît armé de fusils et de zagayes. On bat le tocsin sur une espèce de tambour. La nouvelle est bientôt répandue aux environs, car on voit les chemins pleins de monde armé arriver par bandes. Il faut alors se retirer ou dans le vaisseau ou dans la loge pour pouvoir se défendre et convenir avec eux. Cela nous est arrivé deux ou trois fois, et nous avons été au commencement de notre arrivée deux ou trois jours sans pouvoir tirer d'eux aucun vivre. Nous n'avions point d'ordre de leur faire la guerre, et, au contraire, les instructions de la Compagnie portent de les ménager autant qu'il sera possible, parce qu'on tire un grand secours de ce pays-là pour l'île de France, d'où il vient toujours des vaisseaux pour faire la traite. Et, qui plus est, comme on ne voudrait pas habituer ces gens-là à l'usage des espèces monnayées, et les effets de traite manquant, ils donnent leurs denrées à crédit sur une carte que leur donne le chef français de la traite, pour être payés en son temps de ce que porte la carte écrite.

Les noirs s'attroupent. — Parmi les Madégasses, il y a plusieurs chefs pour les commander et les mener au combat. Le roi qui est jeune se laisse gouverner par ses chefs qui avaient peur de nous, parce qu'ordinairement il n'y a qu'un ou deux petits vaisseaux à la fois pour la traite. Ils voyaient beaucoup de monde qui avaient pris logement à terre. Il arrivait de temps en temps quelque vaisseau qui augmentait notre escadre, qu'il fallait nourrir, et prendre tout à crédit.

Ces réflexions de leur part nous attirèrent une nouvelle chute de la traite, et ils l'avaient méditée avant que de la déclarer, jusqu'au moment où il parut plus de 20,000 hommes armés, et le roi avait quitté son quartier de peur d'être cerné par nos vaisseaux.

Descente des Français armés. — Nos Français se réfugièrent dans la loge et firent le signal de révolte. On envoya

tous les bateaux et chaloupes armés avec des perriers. On pointe le canon sur la ville. Les noirs se retirèrent au bord du bois ; on envoya avertir le roi et son ministre Marouva, qui était de nos amis, qu'on ne voulait point leur faire la guerre, et que nous ferions au contraire tout ce qu'ils voudraient. Nous avions formé un troupeau de 200 bœufs de provision journalière qu'on avait mis dans un parc à terre, qui nous fut enlevé, mais rendu après la paix faite. Le roi fit beaucoup de difficultés pour venir à son logement, où la paix se conclut en présence de Marouva et des autres chefs. Tous les capitaines de nos vaisseaux se rendirent avec les chefs des traites étant munis chacun de deux bons pistolets de poche et leurs épées.

La paix faite. — Toute la troupe blanche et noire étant assemblée dans le Louvre, on renouvela la traite et les prix ordinaires de chaque chose. On promit que tout ce qu'on aurait reçu à crédit serait payé, qu'on s'aimerait et qu'on se défendrait réciproquement, si quelque ennemi attaquait l'un ou l'autre, ce qui était un avantage pour nous, car, si les Anglais venaient, ils leur refuseraient des vivres.

Présent au roi. — Pour assurer cette nouvelle paix, il fallut faire réciproquement un serment de fidélité, qui fut rendu solennel, à l'usage des Madégasses.

Cérémonie superstitieuse. — Le roi fit immoler un gros bœuf blanc, qui fut égorgé par un chef, espèce de devin ou astrologue, dans sa cour, en présence de toute l'assemblée. Le sang fut la base d'un breuvage composé par ce superstitieux dans lequel il mêla ensemble de la terre, de la cendre, de la poudre à canon pilée ou écrasée, de l'eau de mer, du tacq, espèce d'hydromel vineux, de l'eau-de-vie, enfin de deux pierres à fusil et deux balles de plomb. Il fit dans la panèle de terre où était cette liqueur vorace quelques grimaces de superstition que les noirs vénèrent beaucoup. Le roi but le premier de cette boisson, ensuite les chefs. Nos capitaines auraient bien volontiers cédé leur part, mais il fallut en boire aussi. Sans quoi point de paix. Toute l'assemblée en goûta, et enfin le devin présenta au roi une pierre à fusil et

une balle de plomb en lui disant de les conserver, afin que si on manquait à ce qu'on a dit il lui promettait de cette pierre et de la balle à charger un fusil pour tuer le commandant. Il donna l'autre pierre à fusil et la balle à notre capitaine qui était commandant en lui disant aussi que, si les noirs manquaient à leur promesse, il lui permettait de tuer le roi.

Les lois de Madagascar. — La langue madégasse a la prononciation douce et brève, facile à apprendre. Les peuples qui habitent le bord de la mer sont plus civilisés et parlent presque tous français.

Il y a des lois dans l'isle de Madagascar dont les habitants ne connaissent pas l'origine, mais qui s'observent avec beaucoup d'uniformité. Un voleur qui est convaincu de son crime est fait esclave au profit de celui à qui il volait, lequel peut le vendre pour son compte. Aux meurtriers on leur coupe la tête, et à ceux qui se servent de poison on les fait zagayer et jeter à la voirie.

A l'égard des mariages, on ne fait aucune information sur la conduite des filles, parce qu'elles ont la liberté de disposer de leurs faveurs. Un insulaire qui veut se marier demande une fille à ses parents, et il leur donne, pour l'obtenir, des bœufs, des fusils, de la toile bleue et autres richesses semblables proportionnées à son rang. A présent que les piastres commencent à s'y distribuer, elles tiennent le premier rang. La religion n'entre pour rien dans la cérémonie des mariages.

La religion. — Les Madégasses, quoiqu'ils n'aient pas d'autres principes que ceux de la nature, sont livrés à mille superstitions qui n'ont pas de bon sens. Si on leur parle qu'il y a un être suprême, ils disent qu'ils ne le connaissent pas, que le soleil est leur père et la lune leur mère. Ils n'ont aucun temple, ni aucune divinité particulière, pas même aucune forme de culte. Toutes leurs vues se bornent à la vie présente, sans se mettre en peine de l'avenir. Ils enterrent cependant les morts avec quelques devoirs funèbres qu'ils ont pour les tombeaux, lesquels sont distingués les uns des autres par un plus grand nombre de cornes de bœufs, qu'ils élèvent au bout d'une perche, dont quelques-unes tiennent encore au crâne de l'animal.

Leurs enterrements. — Quand quelque grand, comme un chef, meurt, toutes les femmes et filles du quartier s'assemblent devant l'appartement pour chanter hautement, en frappant des mains, les vertus de celui qu'on regrette. Un détachement de leurs soldats entoure la case pendant que le mort y est exposé. Il tire des coups de fusil de distance en distance, et il accompagne le corps jusqu'à la tombe qui est faite en plein champ. On le met nu entre deux planches ; on le couvre de terre et on lui arbore les cornes suivant sa qualité. On distribue ordinairement à ces occasions un bœuf pour tous ceux qui ont assisté à ce convoi funèbre. On gratte le poil de l'animal et on mange la peau avec la viande cuite, bouillie en forme de ragoûts, comme nous mangeons celle du cochon.

Leur pharmacie. — Ils n'ont point de médecins parmi eux. Les femmes en font l'office auprès des malades et ne se servent que d'eau-de-vie, parfois du bouillon de volaille. Pour les parties douloureuses, on fait des fomentations avec certaines plantes où ils reconnaissent une vertu calmante. Pour ce qui est des plaies, on applique le suc de quelque herbe, et les feuilles de bananier leur servent de linge pour les pansements. A l'égard des fractures et des luxations, les noirs étant plus robustes y sont moins sujets, d'ailleurs ils ne sont pas exposés à tomber des édifices ni des chevaux, et vont toujours dans les chemins unis. Enfin j'ignore leur pratique en ce cas.

On pratique la circoncision aux Madégasses sans raison fondamentale. Les uns disent que c'est la coutume, d'autres disent que c'est pour la propreté et pour prévenir certains maux.

Leurs réjouissances. — Les noirs se divertissent à peu de frais; ils aiment passionnément à boire du *tacq*, qui est une espèce d'hydromel vineux qu'ils préparent et qui les enivre à force d'en boire. C'est alors qu'ils font leur bacchanal pendant deux ou trois fois vingt-quatre heures. Les femmes se mêlent de la partie et dansent nuit et jour, en excitant la valeur de quelqu'un de leurs favoris. Leur danse est continuellement accompagnée de chansons sur le même sujet. Elles frappent sans cesse des mains et des pieds. Les hommes

dansent de même, et de plus ils s'attachent à chaque jambe des espèces de grelots, non pas de métal, mais ce sont des feuilles de palmiers sèches, dont on forme des nœuds en les liant d'espace en espace, dans lesquels on met quelques grains de riz, et cela fait un bruit qui les amuse.

Leurs instruments de musique ne sont pas nombreux, ni harmonieux. Une grosse canne de bambous leur sert de violon. Les cordes sont des filets de son écorce qui, naturellement, tiennent aux deux bouts [1]. Le milieu, ayant été détaché avec un couteau, sert pour y passer un chevalet. Ils n'ont pas encore ici l'industrie de faire un archet. Ils touchent les cordes avec un doigt pour y faire un bruit.

Leurs armes de guerre. — Leurs instruments de guerre sont des espèces de bambous d'une seule pièce de bois creusée avec un couteau, et couverte de chaque bout avec la peau d'un veau sans ôter les poils. Leurs armes sont des fusils, des pistolets de ceinture et des zagayes, qui sont des lances ferrées et aiguisés des deux bouts. Quelques-unes ont des rondeaux de bois garnis d'une peau de veau ou de bœuf, plus grands qu'un chapeau désailé, concave du côté qu'ils le tiennent en y passant le bras dans une anse de courroie, et convexe du côté opposé pour parer les coups de zagaye des ennemis.

Leurs exercices militaires consistent à se former, par quelques contorsions, à lancer la zagaye adroitement. De dix à douze et quinze pas, ils plantent le bout aigu dans un endroit marqué, qui serait une poule ou un cabri en vie qui courrait, et mieux encore sur leurs ennemis, parce qu'ordinairement ils n'en ont qu'une, et, s'ils manquent leur coup, ils prennent la

1. C'est la description exacte quoique sommaire du fameux *Vahlia*, instrument rudimentaire encore en honneur aujourd'hui chez les Malgaches, bien que ceux-ci, devenus à notre contact de véritables musiciens, aient adopté nos instruments européens soit en cuivre, soit en bois et en jouent merveilleusement. On a pu voir, à l'Exposition universelle de 1900, place Trocadéro (palais de Madagascar), tout un corps de musique malgache qui a charmé les Parisiens par le fini et le précision de son jeu, dans des auditions musicales qui avaient lieu deux ou trois fois la semaine.
E. H.

fuite. Le rondeau les couvre tout en s'abaissant. Ceux qui ont des fusils font presque la loi aux autres, mais souvent il manque de munitions et d'armuriers pour les entretenir.

Chaque village a des chefs pour gouverner les habitants, et chaque vassal ne peut jamais se dispenser de suivre son chef à la guerre et de lui obéir en tout ce qu'il lui ordonne.

Les marmites. — Les noirs qui servent de domestiques aux Européens pendant qu'ils sont en relâche s'appellent marmites. Ils sont à nos ordres et servent fidèlement pour un fusil pendant quarante jours. Ils se nourrissent, ils nous conduisent à la chasse, et ils tirent le gibier aussi bien qu'un Européen. En un mot, on les occupe à tout ce qu'on veut.

L'agriculture. — La richesse de l'isle de Madagascar consiste en troupeaux et en riz dont on fait deux fois la récolte par an. On croit qu'il y a plusieurs mines dans l'intérieur du pays, qu'on ne peut pas pénétrer. L'on ne laboure point la terre. Les habitants qui la cultivent n'ont qu'une bêche de bois d'une seule pièce, au bout de laquelle ils plantent une lame de fer pour gratter la superficie. Ils sèment le riz en paille, c'est-à-dire avec sa cosse, en plein champ, sans se mettre en peine de l'arroser, comme on fait en Chine. Il pleut assez souvent dans ce pays pour produire de belles récoltes et beaucoup de pâturages. En faisant nos promenades, nous avons vu de grandes plaines de riz dont la hauteur nous égalait en ce mois de juin et ne devait être mûr qu'en juillet et en août.

Les bœufs sont très communs en cette île et fort gros, ayant sur le garrot une grosse loupe graisseuse, qu'on fait fondre exprès pour la friture et pour fournir de beurre la soupe maigre de l'équipage dans les vaisseaux. On peut lever dans un seul endroit cinq à six cents bœufs pour la cargaison d'un vaisseau qui va à l'île de France sans qu'il y paraisse dans la quantité.

Le commerce. — La Compagnie des Indes envoie tous les ans un grand nombre de fusils à l'île de France qui, de là, sont portés à Madagascar pour la traite. Chaque fusil est le prix réglé pour un bœuf, et à défaut, est évalué 5 piastres ou

26″5ᵈ. Pour chaque fusil, vu la valeur, on donne une quantité de mesures de riz qui ne reviennent qu'à deux liards la livre à la Compagnie. On paye aussi une mesure de riz en une brasse de toile bleue de coton des Indes. Pour une mesure de poudre à canon, qui est un morceau de canne de bambou contenant cinq carterons de poudre, on a quinze poules en vie, et ainsi en proportion pour des œufs, du lait, de la cire, du miel, des cabris, des fruits. On donne en échange des mouchoirs communs des Indes, des couteaux flamands à gaine, quelques petits miroirs, de l'étain, des balles de plomb, des pierres à fusil, des aiguilles à coudre, mais toutes ces bagatelles ne servent que pour avoir des fruits, des œufs et du lait. En 1745, les noirs ne voulaient point d'argent parce qu'ils le trouvaient dur à manier, mais depuis ce temps ils ont appris des blancs qui désertaient des vaisseaux à travailler cette matière, et ils la préfèrent aujourd'hui à tout ce qu'on peut leur présenter. Observant cependant par méfiance de ne vouloir prendre que les piastres d'Espagne cordonnées, façonnées en Europe. Ils ne connaisent pas encore celles du Mexique, qui sont baroques, et ne veulent point nos écus de France, mais j'espère qu'on ne leur apprendra que trop ce change qui sera un nouvel épuisement de matière.

Les esclaves. — La Compagnie des Indes tire tous les ans de cette île plus de mille esclaves pour les îles de France et de Bourbon. On les paie la valeur de trente piastres en marchandises et vingt-cinq piastres en espèces, et on les vend ensuite cent piastres et plus. Les petits jeunes font un marché de convention.

Les esclaves sont des prisonniers de guerre ou tributaires du roi et sont levés en forme de contribution. D'autres sont des voleurs maraudeurs. D'autres sont des débiteurs insolvables qui se laissent surprendre. D'autres enfin sont enlevés furtivement dans la campagne par leurs ennemis ou voisins. On ne vous rend point compte de la façon qu'ils les prennent. On les trouve liés et garrotés dans leurs cases, et on les fait conduire de même aux vaisseaux.

La Compagnie a grand intérêt d'entretenir ce commerce,

aussi elle y envoie toujours des vaisseaux, qui font d'un temps de paix ordinaire une navigation particulière avec des officiers de la côte. Elle en a tiré en six mois plus de deux millions et demi de livres pesant de riz, qu'elle vend trois sols aux îles, et c'est un secours et une ressource pour ses colonies en tout temps, et plus encore en temps de guerre[1].

Les pagnes. — Les pagnes sont encore un petit commerce pour les particuliers. Les femmes madégasses les travaillent. Ce sont des pièces d'étoffe de la longueur de sept à huit brasses et d'environ quatre pans de largeur. Leur matière est une espèce de joncs qu'on prépare dans l'eau, comme le chanvre, puis elles fendent ces tiges avec une lame de couteau, et en tirent des filets qu'elles nouent ensemble pour ourdir la pièce. Elles teignent séparément une longueur de filet dans chaque couleur en faisant bouillir certaines herbes et racines de pays pour former des couleurs différentes aux pièces, qui imitent nos cotonnades rayées ou autres choses semblables. Elles ont un métier de tisserand pour façonner ces pièces et travaillent ordinairement dans les avenues ou dans les chemins en étendant la pièce de toute sa longueur, et tous les soirs déplantent leur métier qui est beaucoup plus simple que ceux d'Europe. On commence et on finit une pièce dans chaque heure et on les vend une piastre chacune. Cette étoffe, quoique souple au toucher, conserve encore un ressort d'élasticité, et, si on la coupe en travers comme en long, sans lui passer la cire, elle s'ébarbe. Les femmes des îles et aux Indes s'en servent pour faire des jupons, pour donner de la fraîcheur en se raidissant et écartant les autres nippes. Les hommes en font des habits de celles qui sont toutes d'une couleur. On s'en sert aussi pour tapisser les appartements. Les noirs en font leurs habits ordinaires, comme il a été dit ci-devant.....

1. On voit que les différents passages de ce travail relatifs à la culture du riz et à son abondance à Madagascar, justifient pleinement les espérances conçues par les colonisateurs actuels sur l'exploitation agricole de cette céréale. Il en est de même de l'élevage des bœufs. En pareille matière, on peut dire, sans crainte de se tromper, que le passé garantit l'avenir. — E. H.

Les puits de Foulepointe. — Quoique le terrain de Foulepointe soit fort coupé de ruisseaux d'eau douce, les habitants ne savent pas en profiter pour faire des jardins, pas même en conduire aucun dans les villes et villages pour les besoins journaliers. On aime mieux se servir de l'eau de puits qu'ils creusent en différents endroits à la profondeur de cinq ou six pieds seulement dans le sable. Ils mettent d'abord dans ces puits une barrique ou boute [1] défoncée des deux bouts pour empêcher le terrain de s'écrouler. L'eau s'y amasse. Les femmes ont soin d'en faire leur provision, et pour cela elles n'ont point d'autres ustensiles que des bambous. Un gros nœud de ces cannes, ayant un manche qui est un autre petit bambou, sert de seau et de cordage pour la puiser et en remplir deux autres gros bambous creux, et les nœuds emportés sont la charge ordinaire d'une personne. On les porte un de chaque côté sur le cou comme les fusils, et le puisoir se met en travers. Autour du puits il y a des ombrages.

Les animaux. — Les pluies qui arrosent souvent l'isle de Madagascar procurent beaucoup de pâturages. Les bœufs y sont communs partout. Du côté du fort Dauphin, il y a de gros moutons et des cochons marrons. A Foulepointe, la volaille y est en abondance. Les oies y valent en marchandise la valeur de demi-piastre. Il y a quelques cabris, des poules pintades, des perdrix grises qui perchent sur les arbres, des petits merles et plusieurs autres oiseaux. Le colibri se plaît le long des ruisseaux et des étangs. Il y a des chenilles qui filent dans les bois une soie dorée très fine, et dont on a porté des cocons à la Compagnie pour les examiner [2]. Des

1. La boute, en Provence, est un grand vaisseau en bois destiné à contenir le vin, de dimension variable selon les localités, mais oscillant entre 500 et 533 litres.

2. Il s'agit ici d'une des nombreuses variétés de « soies sauvages » de Madagascar, dont les deux plus connues sont : 1° celle fournie par le *landibé* (*Borocera Madagascariensis* Boisd.). De cette espèce, il existe dans la grande ile plusieurs races, sinon plusieurs espèces, qui vivent librement sur un grand nombre de végétaux et produisent des cocons simples dont la soie est estimée, notamment celle recueillie sur le

caméléons, des singes ordinaires et d'autres singes qui ont le museau pointu comme celui d'un petit chien et la queue d'un chat tigre. On appelle cette dernière espèce maquis. Il y a aussi des pigeons ramiers.

L'arbre de Robinsarra. — Dans les forêts de Madagascar on y trouve plusieurs arbres qui donnent une gomme naturelle fort odoriférante, et d'autres servent pour la teinture. Il est un certain arbre assez haut dont les feuilles ressemblent à celles du laurier. Elles ont l'odeur et le goût de la cannelle et de la girofle. L'on s'en sert dans la cuisine et on l'appelle robinsarra. Le même arbre porte un fruit semblable à une noix de galle. Il a la même odeur et le même usage que les feuilles. L'écorce de cet arbre est fort épaisse. Elle ressemble par la couleur au quinquina. Pilée et réduite en poudre elle sert aussi pour épicer les ragoûts [1].

Productions du terrain. — Le tabac est ici très commun. Il y en a de bon et de mauvais suivant les quartiers qui le produisent. Les noirs le falsifient souvent pour tromper. Ils le mettent en corde et en font des rouleaux qui pèsent jusqu'à vingt ou vingt-cinq livres. On en porte beaucoup aux îles de France et de Bourbon.

On y trouve aussi du bétel, mais les noirs n'en sont pas si friands que les Indiens. Par le soin des Français à porter des graines de jardinage, on commence à avoir de quoi fournir à

« tapia » (*Chrysopia*); 2° de grosses poches soyeuses renfermant des cocons multiples,et construites par des espèces sociales de Bombycides appartenant aux genres *Anaphe* et *Hypsoides*. Cette soie est sans doute moins utilisable que la précédente, et ne pourrait l'être, en tout cas, que comme déchets dans l'industrie de la schappe.

1. Il s'agit ici du fameux *Ravensara aromatica* Gmel. (*Agathophyllum aromaticum* A. Juss.) dont le fruit, la feuille et même l'écorce sont pourvus d'un arôme bien défini par l'auteur et fréquemment employés dans toutes les parties indiquées, comme condiment et comme aromate. Toutefois, l'usage de noix et de feuilles de *Ravensara* est tout à fait local et limité à l'île malgache ; le commerce d'Europe, qui pourrait cependant en tirer grand profit, l'a dédaigné jusqu'ici, — on ne sait pourquoi. — Quant aux résines dont parle Bernard, il s'agit évidemment de celles de *Canarium* et *Protium* si bien étudiées par M. J. de Cordemoy, sous le nom de *Ramy*, dans ces *Annales* même, 1899, vol. 6, p. 897.

la cuisine, des choux qui durent longtemps en brocolis, des salades, des oignons. Les patates ou pommes de terre y viennent naturellement comme les bananes et autres fruits.

Dans nos promenades, nous avons trouvé des mines de cristal de roche. On en a détaché des morceaux pour porter en France par curiosité [1].

La navigation des noirs. — Les Madégasses naviguent le long de leurs côtes dans de petits bateaux que l'on appelle pirogues. Ce sont des gondoles d'une seule pièce faite d'un tronc d'arbre creusé, où il peut aller quelques effets avec sept à huit personnes. Il y en a de différentes grandeurs dont certaines contiennent une petite cargaison de pagnes ou barges de riz et une douzaine de personnes. Il en est d'autres qui sont construites avec des planches ajustées ensemble avec certains cordages en rotin ou racines du pays, et calfatées avec des mousses d'arbres. Quelques chevilles de bois en place de clous de fer les rendent plus légères. Celles-ci sont ordinairement plus grandes. Elles vont un peu au large et ne quittent cependant point la terre de vue. Elles ont comme les autres pagayes de petites rames faites avec une pelle, avec lesquelles ils font marcher leurs bateaux. Ils ont aussi deux mats de bambous. Leurs voiles sont des nattes de jonc. Celles-ci sont leurs vaisseaux de guerre armés de quelques fusils et de leurs armes ordinaires. Ils vont en course pour surprendre quelque autre bateau à la côte ou à la pêche pour les faire nos esclaves. Ils portent aussi des chargements de riz et d'autres choses pour leur commodité.

La pêche de la baleine. — Dans les mois de juillet et d'août, ils vont faire à une lieue au large la pêche de la baleine, et pour cela, plusieurs bateaux partent dans la nuit pour être au soleil levant à l'affût, dispersés les uns des autres, et là,

1. Cette variété de quartz est encore très abondante dans l'île et on en signale particulièrement dans la partie Nord, non loin de Diégo-Suarez. Le Musée colonial de Marseille en possède un bloc d'une limpidité parfaite qui ne pèse pas moins de 55 kilog. et c'était le plus petit de ceux qu'avait trouvés sur place le donateur de ce remarquable échantillon.

E. H.

rangés sans bruit, attendent que l'animal paraisse à fleur d'eau, comme s'il voulait adorer le soleil. Alors on court dessus pour lui lancer un ou plusieurs dards ou harpons de fer, faits en hameçons, attachés à un manche de bois, au bout duquel tient une corde de racine que font les noirs, et aussitôt qu'ils ont piqué la baleine ils s'éloignent au plus vite en filant la corde, car il serait dangereux de se tenir à sa portée. Elle se débat avec une force étonnante. On en juge par l'eau qu'elle écrase et fait rejaillir en l'air plus d'un tonneau à la fois. Enfin elle périt en perdant son sang. Les noirs victorieux arborent au bout d'une perche un pavillon qui est un morceau de pagne. Toutes les autres pirogues viennent complimenter le vainqueur et escorter la prise en la traînant au rivage, où les noirs assemblés, leur roi en tête, font des exclamations de joie, parce que chacun a droit d'en avoir sa part. C'est une curiosité de voir passer deux ou trois fois par semaine devant nos vaisseaux ce monstre marin par sa grosseur et un cortège d'environ cent bateaux. Tous la tiennent chacun par une corde plantée avec le dard après sa mort pour l'aider à traîner et conduire au port, où un millier de noirs travaillent avec des leviers pour la sortir de l'eau. Avant que de la couper, le roi remercie la mer de lui avoir fourni ce présent. Les danseuses se mettent en train de danser et à faire voltiger leurs pagnes en forme de drapeaux. Les noirs disent quelques chansons en frappant des mains et des pieds. Enfin le roi coupe son morceau, et à son exemple, chacun en prend sa part. On en a pris une seule fois pour nos vaisseaux, et, malgré l'assaisonnement que lui font nos cuisiniers, ces ragoûts n'ont été bons que pour les noirs. Plusieurs d'entre eux font boucaner cette chair marine, qui leur sert de petit salé. Ils la mangent aussi cuite dans l'eau, et ils estiment les tripes le meilleur mets.

Les baleines sont fort communes à la côte de Madagascar; mais elles ne sont pas si grosses que celles qu'on prend dans le Nord d'Islande. On ne les appelle aussi que des baleinots. Cependant nous en avons mesuré une qui avait vingt-trois pieds de longueur et qu'on estimait peser dix-huit à vingt quintaux.

Départ de Foulepointe, le 15 août 1756.

ÉTUDE CHIMIQUE

SUR LES HUILES DE BOIS

D'INDO-CHINE FRANÇAISE

ÉTUDE CHIMIQUE

SUR LES HUILES DE BOIS

D'INDO-CHINE FRANÇAISE

PAR

M. Et. LEFEUVRE.

En Indo-Chine, les huiles de bois sont toutes produites par des arbres de la famille des Dipterocarpées dont les noms annamites suivent :

Cay dou noc[1], Cay dzaù nioc, Dipterocarpus alatus (A. DC.)
Cay dau mít[2], Dzau trai (D. intricatus Dyer).
Cay dau lóng[3] (Dipterocarpus tuberculatus Roxb.)
Cay dâu chai[4] D. species.
Cay dau con rai[5] (D. levis Buch-Ham. ; *D. turbinatus* Gaertn.).
Cay con rai múóc[6] (D. Jourdainii Pierre).
Cay dzao trá beng (D. obtusifolius Teysm).

1. Donne beaucoup de résine, espèce la plus répandue.
2. Oléorésine peu abondante.
3. Très peu d'oléorésine.
4. Cette espèce n'a pu être déterminée.
5. Cet arbre est très commun dans l'arrondissement de Tay-Ninh et la coupe en est sévèrement prohibée.
6. Il donne assez d'oléorésine et peu de résine.

Cay dzao song[1] (*dzao Xam nam*) (D. Dyeri Pierre).

Pour leurs usages, les Annamites ne séparent pas les huiles produites par des arbres différents et les distinguent en trois groupes qu'ils désignent sous le nom de : *daû chai*, ce qui signifie : huile résineuse, *daû trong*, qui signifie : huile éclaircie, et de *daû con rai*, qui est l'huile la plus éclaircie.

Les deux essences qui produisent le plus d'huile sont :

Le *cây dâu chai* (arbre à huile résineuse) et le *cây dâu con rai*.

1. Dans la province de Bien-Hoa elle est très abondante ; on conserve cette espèce pour l'exportation de son oléorésine.

(Notes de la Direction empruntées aux données de la *Flore forestière de Cochinchine*, par Pierre, et de M. H. Jacob de Cordemoy dans son étude des *Résines et oléorésines* des colonies françaises, in *Ann. de l'Institut colonial* de Marseille, 1899. — E. H.).

M. Crevost, conservateur du Musée commercial de l'Indo-Chine à Hanoï, veut bien m'adresser, au sujet de l'identification des espèces de *Dipterocarpus* et de *Shorea*, mises en exploitation pour la préparation de l'huile de bois, les renseignements suivants que je transcris *in extenso* en lui adressant tous mes remerciements pour ces précieux documents.

« Le *Cây-dâu-chai* (traduction : *arbre huile résine*, dont vous faites « mention est le *Dipterocarpus intricatus* Dyer, qui donne une oléoré- « sine (Wood-oil) assez colorée. Cette huile de bois, comme celle du « *Cây dâu conrai* (*D. alatus* Roxb.) est utilisée axec les résines de *Sho- « rea*, notamment *Cây chai* (*arbre résine*), *Shorea vulgaris* Pierre, pour « former, par des mélanges, un mastic de calfatage de grand emploi « local et pour la fabrication de torches de protection nocturne. « C'est d'ailleurs dans ces emplois que l'on utilise toutes les résines « indo-chinoises quelles que soient leur nature et la valeur qu'elles « peuvent avoir.

« L'oléorésine du *D. Jourdainii* est blanchâtre tandis que celle du « *D. intricatus* est colorée plutôt en jaune brun.

« Les deux espèces *D. alatus* et *intricatus* sont, entre toutes celles « décrites par M. Pierre, les plus productives d'oléorésines. Il est fort « probable que nous possédons *D. turbinatus*, qui fournit dans les pays « voisins le Baume de Gurjun, mais à ce sujet M. Pierre n'a pas fourni « dans sa *Flore forestière d'Indo-Chine* les synonymies de Vriese et « d'autres auteurs, ce qui nous eût servi dans la circonstance pour l'iden- « tification des produits et leurs rapprochements.

« Les huiles de *Dipterocarpus*, tout comme les résines de *Shorea*, « s'obtiennent sous la provocation de fortes entailles intéressant le « tronc, et en forme de bénitier, à hauteur d'homme.

« Pour activer la sécrétion, les forestiers allument un brasier sur « l'entaille, ce qui a pour effet de dégager les vaisseaux obstrués par « les premières exsudations et de faciliter l'écoulement de l'oléorésine.

Ce sont les deux essences qui sont exploitées par les Annamites pour l'extraction des huiles de bois. Les autres essences ne donnent que peu de produit et ne sont guère exploitées.

Par le repos, les produits du *Cây dâu chai* se séparent au bout de quelque temps en deux parties : la couche supérieure, qui est très fluide et forme le produit désigné sous le nom de *dàu trong* (huile éclaircie). La couche inférieure qui est un mélange du produit précédent et d'eau forme le produit désigné sous le nom de *dâu chai* (huile résineuse).

« La pratique de l'exploitation a lieu toute l'année, mais c'est aux mois « de mars et d'avril, époque, prétend-on, plus favorable à l'obtention « de l'écoulement, qu'il est le plus actif.

« Ces procédés d'exploitation ne sont pas spéciaux à la Cochinchine « et au Cambodge ; on opère de même au Laos et au Siam. Un arbre « d'une dimension diamétrale de 0 m, 45 au tronc, pourrait, m'a-t-on « souvent affirmé, fournir annuellement 20 à 25 kilog. de résine par les « *Shorea* et de 40 à 45 kilog. d'oléorésine (*Dipterocarpus alatus* et « ***intricatus***).

« A peu près toutes les résines de *Shorea* ont fait l'objet d'une étude « chimique par le laboratoire d'analyses du Tonkin. Ce sont des *Dam-* « *mars* inférieurs, qui viennent en troisième ordre après les vrais *Dam-* « *mars* des *Dammara* et ceux des *Hopea* dit *Dammars de Batavia*. Leur « utilité industrielle n'a pas été démontrée, bien que l'on puisse s'en « procurer des quantités considérables en Indo-Chine à des prix relati- « vement très abordables.

« Nous n'avons pas pu analyser chimiquement les oléorésines ou « huiles de bois propres à chaque espèce de *Dipterocarpus* exploitée, « parce que les indigènes les mélangent très fréquemment sitôt après « leur écoulement de l'arbre producteur, si bien que tel récipient « (touque à pétrole) qui avait reçu d'abord le produit du *D. alatus* « sera, sans distinction, rempli avec le produit d'une autre espèce voi- « sine.

« Pour l'Exposition coloniale de Marseille (1906), nous recueillerons « spécialement les produits propres à chaque espèce pour que les « analyses subséquentes portent sur des oléorésines d'origine sûre, « sans mélange.

« J'ai formé un dossier assez volumineux de nos matières résineuses; « mais je ne possède pas encore tous les échantillons du Laos et du « Haut-Tonkin. »

Comme on le voit les identifications des espèces aux noms indigènes ne concordent absolument ni avec celles de M. Lefeuvre, ni avec celles de M. Pierre. Il serait nécessaire d'être cependant fixé sur ce point important et je ne saurais trop remercier M. Crevost de s'en occuper.

Ed. Heckel.

Du reste, l'huile résineuse étant de nouveau soumise au repos laissera encore surnager une nouvelle quantité d'huile éclaircie.

Pour les usages, on peut diviser les huiles de bois en deux catégories : 1° les huiles éclaircies qui sont formées par le DAU TRONG venant du *Cây dâu chai* et par le DAU CON RAI. Elles servent comme vernis (soit directement soit en les mélangeant avec l'essence de térébenthine), et 2° l'huile résineuse[1] qui servira à calfater les bateaux.

Nous allons d'abord nous occuper de l'huile éclaircie du *cây dâu chai*.

§ I. HUILE ÉCLAIRCIE DU Cây dâu chai (*Dipterocarpus species*).

L'étude détaillée de cette huile montre que la composition en est de tous points comparable à celle des térébenthines qui s'écoulent des différentes espèces de pins ; cependant cette composition est un peu plus complexe, car la térébenthine ne contient guère que deux produits ; une partie volatile : l'essence de térébenthine, et une résine : la colophane.

Ici, nous allons rencontrer successivement une résine se combinant aux alcalis, une partie volatile comparable à l'essence de térébenthine, et enfin une deuxième résine presque inattaquable par les alcalis et qui reste comme résidu lorsque par l'action des alcalis, on a séparé la première résine et que, par la distillation, on enlève l'essence volatile.

Mais avant d'opérer la séparation des principes immédiats qui forment ces huiles, si nous les considérons comme de simples résines en leur appliquant la méthode générale qui sert à leur analyse nous pouvons résumer l'ensemble de leurs propriétés dans le tableau suivant. (Dans tout ce qui va suivre, les déterminations ont été faites sur deux produits trouvés dans le commerce.)

1. Nous étudierons plus tard la composition de la partie désignée sous le nom d'huile résineuse, et nous verrons ce qu'il faut penser de cette désignation.

	N° 1	N° 2
Densité à 15°	0.9602	0.9616
Echauffement sulfurique	99	104
Chiffre de l'acide	5.6	6.1
— Kœttstorfer	9.2	11.0
— l'iode	189	202

De plus ces huiles se présentent sous l'état de liquides assez mobiles, bruns par transparence, verdâtres par réflexion, solubles dans 15 ou 16 fois leur volume d'alcool, se mélangeant en toutes proportions à l'éther, au sulfure de carbone, à l'essence de térébenthine, à l'éther de pétrole et au chloroforme.

D'après le chiffre de l'acide et le chiffre de Kœttstorfer, il est facile de voir que ces résines sont peu attaquées par les alcalis, tandis que l'indice de l'iode est très élevé, ce qui indique qu'elles doivent être susceptibles de fixer une certaine quantité d'oxygène et de s'oxyder de la même façon que l'essence de térébenthine.

Pour bien nous rendre compte de la marche à suivre pour étudier leur constitution, il nous faut d'abord étudier l'action de la chaleur sur les huiles de bois.

A. — Action de la chaleur sur les huiles de bois. — Lorsqu'on chauffe les huiles de bois, et qu'on élève progressivement la température on voit d'abord la fluidité du liquide augmenter jusque vers 100°. A cette température, elles commencent à émettre des vapeurs qui deviennent de plus en plus abondantes à mesure que l'on élève la température. Vers 122° ou 125°, selon les échantillons, il se produit un changement dans la coloration de l'huile qui devient franchement brune et n'a plus de reflets verdâtres, en même temps qu'il se produit dans l'huile un précipité gélatineux.

En continuant à chauffer jusqu'à 130 à 135 et en laissant refroidir lentement, on voit que l'huile a subi une coagulation complète et qu'il ne reste plus dans le vase qu'une masse gélatineuse.

En remuant bien la masse, on peut lui rendre une semi-fluidité, mais on n'arrive jamais à lui redonner son état primitif.

Au-dessus de 135° la masse dégage de plus en plus des vapeurs, mais reste toujours coagulée jusque vers 250° à 260°. Alors elle redevient liquide en entrant en ébullition, mais, dans ces conditions, il est difficile d'obtenir une distillation régulière car le début de l'ébullition est marqué par un brusque dégagement de vapeur qui a pour effet de projeter la matière hors de l'appareil. Ce brusque dégagement de vapeur vient de ce fait que le vase étant chauffé par le fond, l'huile étant coagulée, les premières vapeurs vont se produire au fond du vase et projeter hors de l'appareil les couches superficielles qui restent coagulées et empêchent la vapeur de se dégager.

Nous devons rechercher maintenant qu'elles sont les causes de cette coagulation. Il nous faut pour cela étudier l'action des alcalis sur les huiles de bois.

Action des alcalis. — Si nous saponifions l'huile par la potasse concentrée et si nous reprenons par l'eau bouillante, nous voyons que le produit va se diviser en deux parties : 1° un savon provenant de la combinaison d'une résine avec la potasse ; 2° un liquide neutre surnageant et que nous appellerons huile insaponifiable.

Pour les deux échantillons que nous avons étudiés, la résine et l'huile insaponifiable se trouvent dans les proportions suivantes :

	N° 1	N° 2
Résine saponifiable	5.4	6.2 %
Huile insaponifiable	94.6	93.8
	100.0	100 0

a) RÉSINE SAPONIFIABLE

Le savon obtenu dans l'opération précédente étant décomposé par un acide, après avoir été débarrassé de l'huile insapo-

nifiable qu'il retenait, au moyen d'un dissolvant approprié (l'éther) va nous donner un précipité blanchâtre ressemblant assez bien au précipité que produit l'ammoniaque dans un sel d'alumine, du moins si la solution est assez étendue.

Recueilli sur un filtre et séché au bain-marie, il nous reste une résine se présentant sous la forme et l'aspect d'une poudre brune. Mais si nous dissolvons le précipité par l'alcool et si nous évaporons à sec dans une capsule, il reste une poudre blanc jaunâtre qui n'est en quelque sorte qu'une modification dans l'aspect du produit.

Cette résine est caractérisée par les propriétés générales suivantes :

Chiffre de l'acide	94.2
— Kœttstorfer	103.0
— l'iode	56.0

Elle est plus dense que l'eau, car lorsqu'on décompose le savon par un acide, la résine tombe au fond du vase.

b) HUILE INSAPONIFIABLE

Nous avons désigné sous ce nom la partie des huiles de bois qui ne se combinait pas avec la potasse. Cette huile est encore brune par transparence, verte par réflexion, mais ici la coloration est moins foncée que celle de l'huile de bois naturelle et pour les deux échantillons nous avons :

	N° 1	N° 2
Densité à 15°	0.9481	0.9494
Échauffement sulfurique	102	107

ACTION DE LA CHALEUR. — Si, comme pour l'huile de bois naturelle, nous soumettons cette huile à une élévation progressive de température, on constate qu'on peut la chauffer jusqu'au moment où elle entre en ébullition sans qu'il se produise de coagulation.

Lorsqu'elle entre en ébullition, les vapeurs qui distillent

sont à la température de 256° sous la pression atmosphérique, puis peu à peu la température s'élève jusque vers 258, 260 et 265°, mais elle ne dépasse jamais 265. Du reste, dès que cette température est atteinte, un abaissement rapide de température se produit, le ballon se remplit de fumée blanche, et le liquide qui est distillé alors est coloré en vert et produit des stries vertes dans le liquide jaune précédemment distillé.

Le liquide qui distille alors doit venir de la décomposition de la résine.

En s'arrêtant à ce moment, on voit que les huiles insaponifiables présentaient la composition suivante pour les deux échantillons étudiés.

	N° 1	N° 2
Partie volatile (huile essentielle).....	84.3	79.4
Résine.....	14.4	19.4
Pertes.....	1.3	1.2
	100.0	100.0

On voit donc que la proportion de résine est très variable.

Si bien qu'en tenant compte de la proportion de l'huile insaponifiable dans les huiles naturelles, la composition des huiles de bois pourrait être présentée par le tableau suivant, en faisant abstraction des pertes.

COMPOSITION DES HUILES DE BOIS.

		N° 1	N° 2
Résine saponifiable.....		5.4	6.2
Huile insaponᵇˡᵉ.	Partie volatile.....	80.8	75.4
	Résine	13.8	18.4
		100.0	100.0

Partie volatile. — Cette partie volatile est de tous points comparable à l'essence de térébenthine et doit évidemment être rangée dans la même classe au point de vue chimique.

C'est un liquide jaune clair, la densité et le point d'ébullition sont les suivants :

	N° 1	N° 2
Densité à 15°	0.923	0.924
Point d'ébullition	256.258	256.258
Échauffement sulfurique	»	105

Ces propriétés auraient pour effet de faire ranger ce corps dans la classe des sesqui-térébenthènes, car d'après le dictionnaire de Würtz, les sesqui-thérébenthènes ont une densité voisine de 0.920 et un point d'ébullition voisin de 250°.

Nous nous bornons à émettre cette hypothèse au sujet de la constitution, n'en ayant pas fait une étude plus complète.

Cette essence est soluble dans 15 à 16 fois son volume d'alcool à 90° et en toute proportion dans l'éther, le chloroforme, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone.

Résine. — La résine qui reste dans le ballon se solidifie par le refroidissement, mais si on la coule sur une plaque de verre ou une plaque de porcelaine, on a une masse qui paraît verte par réflexion et brune par transparence, si toutefois l'épaisseur en est assez mince pour qu'on puisse regarder par transparence.

Elle est caractérisée par les propriétés générales suivantes :

Chiffre de l'acide	0
— Kœttstorfer	26
— l'iode	132

Comme on peut le voir, cette résine est peu attaquable par les alcalis en solution étendue, mais au contraire l'indice d'iode est très élevé.

§ II. — Huile résineuse du Cây dâu Chai.

Nous avons vu que, par le repos, les produits du **Cây dâu Chai** se séparent en deux parties ; l'huile éclaircie et l'huile résineuse.

Cette huile résineuse n'est, en réalité, qu'un mélange de l'huile éclaircie étudiée précédemment et d'eau dans une proportion très variable ; mais plus le repos a été prolongé, plus la couche inférieure est riche en eau sans toutefois qu'il arrive jamais à se produire une séparation complète.

Comme ce produit est généralement beaucoup moins fluide que l'huile éclaircie elle-même, on pourrait croire que c'est un mélange de l'huile éclaircie avec une résine, et c'est sans doute ce qui a fait donner à cette partie le nom d'huile résineuse.

Mais il est facile de se rendre compte qu'il n'en est pas ainsi ; on prend le dépôt formé par l'huile de Cây dâu chai après un long repos et on agite 300 ou 400 centimètres cubes avec 15 à 20 cc. d'une solution concentrée de soude ou de potasse. Lorsque le mélange est bien homogène on verse le tout dans une éprouvette. Au bout de quelque temps, on voit que la masse se sépare en deux couches, la couche inférieure formée par un liquide brun noirâtre et la couche supérieure qui est formée par le produit que nous avons désigné sous le nom d'huile insaponifiable en suspension, dans lequel se trouve le savon formé par la combinaison de l'alcali avec la résine saponifiable dont nous avons parlé précédemment.

La coloration brun noirâtre de la couche inférieure est uniquement due à ce savon, dont une partie se trouve en solution dans l'eau.

Du reste, la couche supérieure ne tarde pas à s'éclaircir en partie ; l'huile insaponifiable surnage, et le savon forme, en se déposant peu à peu, une couche de séparation entre l'eau et l'huile insaponifiable. Cependant le dépôt complet du savon est très long, et si l'on veut employer ce procédé pour séparer l'eau de l'huile insaponifiable, il faut laisser déposer pendant trois ou quatre semaines au moins.

Comme nous l'avons dit, l'émulsion de l'huile de bois dans l'eau ne se détruit jamais complètement. Nous allons voir que la cause directe en est encore due à ce principe que nous avons désigné sous le nom de résine saponifiable.

En effet, si dans un tube à essai nous introduisons 15 à 20 cc. d'huile éclaircie et un volume d'eau environ moitié moindre, et si nous agitons vivement, nous allons former une émulsion semblable à celle qui se trouve dans les huiles de bois.

Au bout de quelque temps, il va se former deux couches : la couche supérieure qui sera encore formée d'huile éclaircie et la couche inférieure qui est absolument semblable à l'huile résineuse et qui n'est, en réalité, qu'une émulsion d'huile éclaircie et d'eau. Peu à peu, la couche supérieure augmente d'épaisseur aux dépens de la couche inférieure, mais jamais celle-ci ne sera formée uniquement d'eau, et jamais l'émulsion ne se détruira. Toujours une partie de l'huile éclaircie restera émulsionnée.

Prenons, au contraire, le produit que nous avons désigné sous le nom d'huile insaponifiable et agitons avec de l'eau comme précédemment. Nous aurons encore au début une émulsion de cette huile dans l'eau, mais par le repos il va se former 3 couches ; la couche supérieure formée par l'huile insaponifiable, la couche intermédiaire formée par une émulsion de cette huile insaponifiable dans l'eau, et enfin la couche inférieure formée uniquement par de l'eau.

Mais, peu à peu la couche moyenne diminue d'épaisseur, autrement dit l'émulsion se détruit, et, au bout de quelques jours, elle disparaît complètement.

L'émulsion persistante des huiles de bois avec l'eau est donc due à la partie saponifiable.

On peut se rendre compte que l'huile résineuse est bien formée uniquement par un mélange d'eau et d'huile éclaircie, en distillant cette huile résineuse et en recueillant les produits qui se condensent. On peut même, par ce moyen, doser assez rigoureusement la quantité d'eau contenue en recueillant dans une éprouvette graduée.

L'huile résineuse n'étant qu'un mélange du produit que nous avons désigné sous le nom d'huile éclaircie et d'eau, nous n'avons pas pu continuer l'étude, car l'huile éclaircie, ainsi émulsionnée conserve les mêmes propriétés que l'huile éclaircie que nous avons étudiée précédemment.

Pour les usages européens, comme il y aura intérêt à n'exporter que des huiles complètement débarrassées d'eau, nous ne pouvions guère conseiller que de laisser reposer l'huile aussi longtemps que possible pour avoir un dépôt complet; mais nous avons pu constater que lorsque le dépôt est aussi complet que possible (après 2 ou 3 mois), il présente encore la composition suivante :

Huile éclaircie.	40 °/₀
Eau.....	60 °/₀

Nous devons dire, en outre, que les huiles résineuses contiennent généralement des débris cellulosiques dont la proportion atteint parfois 1 °/₀.

Ainsi la quantité d'huile qui restera mélangée à l'eau sera proportionnelle à cette quantité d'eau, et c'est là un élément dont nous devons tenir compte pour l'achat des huiles de bois.

§ III. — Huile de deux autres espèces de **Dipterocarpus.**

Après avoir étudié les produits du **Cay dâu chai** (*Dipterocarpus species*), il eût été intéressant d'étudier individuellement chaque huile, mais les échantillons que nous avions à notre disposition n'étaient pas suffisants.

Cependant, les quelques déterminations que nous avons pu faire, nous ont montré que, pour toutes les huiles, le chiffre de l'acide était à peu près constant et ne variait que de 5,6 à 6,4 (Nombre de milligrammes de potasse KOH nécessaire pour saturer 1 gramme d'huile).

La proportion de résine saponifiable doit donc être très peu variable.

D'un autre côté, sur l'huile du **Cay dâu con rai** (*Dipterocar-*

pus lævis Ham.) et sur l'huile du **Cay dâu mit** (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) nous avons pu faire les quelques déterminations complémentaires que voici :

HUILE DU CAY DAU CON RAI (*Dipterocarpus lævis* Ham.)

Densité		0,968 à 15°
Chiffre de l'acide		6,1
Composition de l'huile insaponifiable	partie volatile	79,1 %
	résine	20,9 %
Densité de l'huile volatile		0,925 à 15°
Point d'ébullition		256° à 258°

Ainsi il y a peu de différence avec l'huile du **Cây dâu chai**; seule la densité est un peu plus élevée.

§ IV. — HUILE DU CAY DAU MIT (*Dipterocapus intricatus* Dyer).

Densité		0,967 à 15°
Chiffre de l'acide		6,4
Composition de l'huile insaponifiable	partie volatile	72,8 %
	résine	26,8 %
	Perte	1,2 %

Point d'ébullition de l'huile volatile 256 à 258°.

Cette huile est caractérisée par une plus forte proportion de résine insaponifiable et par une densité un peu plus élevée.

CONCLUSION. — Nous constaterons donc que ces huiles, bien que d'espèces différentes, sont formées par les mêmes produits, les proportions seules diffèrent.

NOTE DE LA DIRECTION. — Il y a là une unité de composition remarquable qui justifie très bien la pratique des Annamites de ne pas séparer les produits de la saignée des diverses espèces de *Dipterocarpus* dont ils font usage, et de les fondre tous ensemble pour en séparer ensuite les divers composants capables de répondre à des emplois divers.

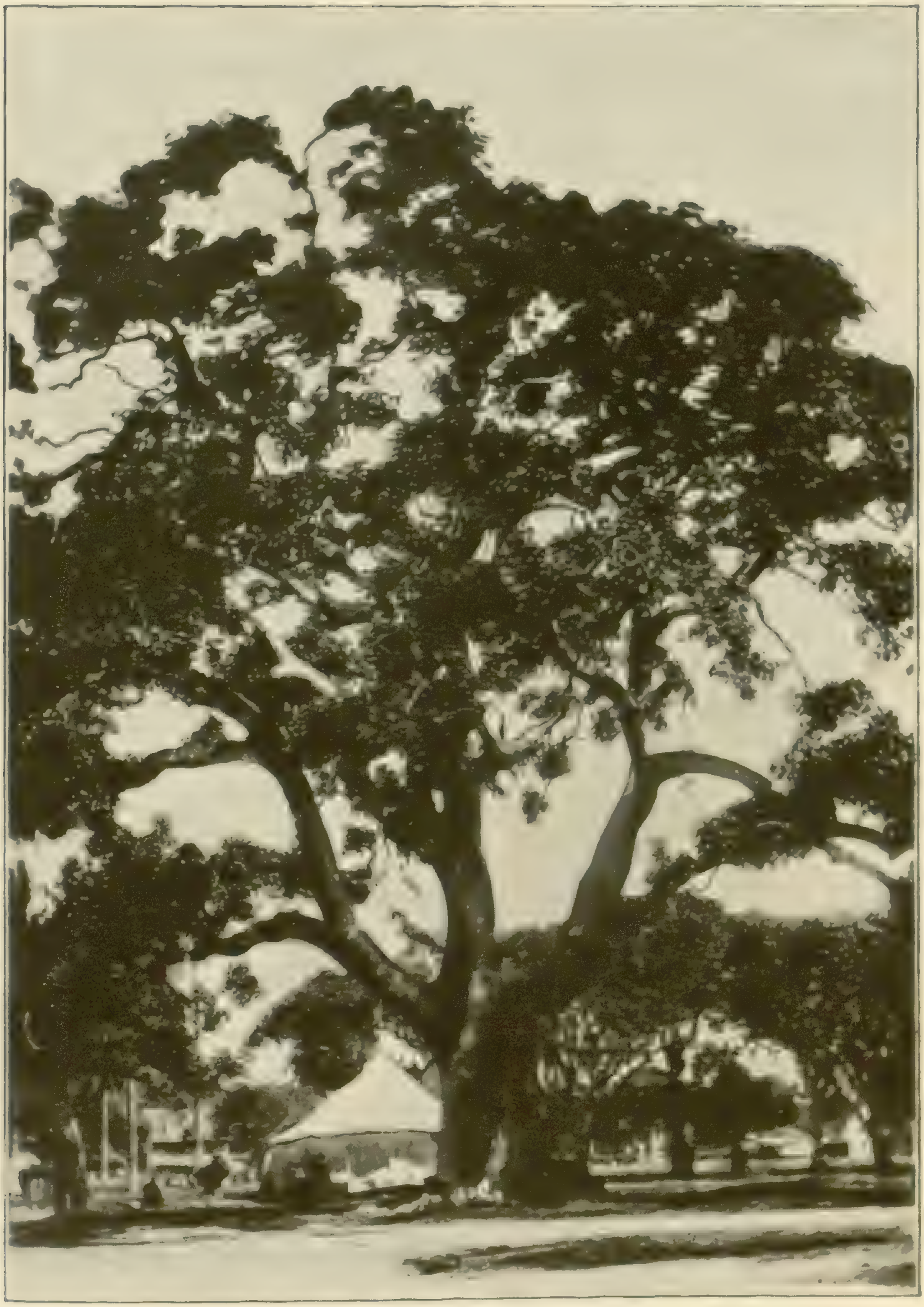
ÉTUDE MORPHOLOGIQUE

ET

ANATOMIQUE

DU SABLIER

(Hura Crepitans L.)



Hura crepitans de Fort-de-France (Martinique).

Photographie communiquée par le Dr Heckel.

INTRODUCTION

On a dit que les Euphorbiacées *présentent de multiples affinités avec des familles bien différentes telles que les* Salicinées, les Urticées, les Papayacées, les Malvacées, *enfin les* Rhamnées *et les* Buttnériacées. *Ces rapports sont discutés, mais du moins les botanistes sont-ils d'accord pour reconnaître que c'est par les* **Crotonnées-Excœcariées** *que s'opère leur contact morphologique le plus intime avec les* **Columnifères**[1]. *Il est certain que le type d'*Euphorbiacée *le plus éloquent à ce point de vue est le genre* Hura *rangé par tous les botanistes dans la section des* **Excœcariées**. *On retrouve, en effet, dans la morphologie des deux familles, des rapprochements intimes à faire entre les* Hura, *et les* Malvacées : *identité de colonne staminifère de part et d'autre ; le gynécée lui-même par le groupement de ses carpelles multiples, enfin le fruit qui leur succède, rappelant les organes femelles et le fruit des* Columnifères *en général. Il était donc intéressant de voir si les données anatomiques apportent quelque confirmation à cette manière de voir qui repose entièrement sur les caractères extérieurs. C'est par ce premier point d'ordre comparatif qu'un travail de recherches anatomiques sur* l'Hura *devait se faire remarquer et M. Gilles s'y est appliqué en orientant son attention tant vers les* Euphorbiacées *que vers les* **Tiliales**.

Mais un intérêt d'un autre ordre se fait jour dans une étude monographique du genre Hura : *il est entièrement appli-*

1. Voir l'étude botanique et chimique publiée en 1877 par MM. Heckel et Schlagdenhauffen, dans le Bulletin de pharmacie des Bouches-du-Rhône, **sur le Mancenillier et son latex toxique.**

catif. Il importerait de connaître, si, comme pour le genre Hippomane (Mancenillier), *ses propriétés toxiques n'avaient pas été exagérées dans une légende fabuleuse. Les recherches scientifiques entreprises dans cette direction ont fait défaut jusqu'ici, et cependant elles présentent aussi un grand intérêt, si on s'en rapporte à ce qu'en dit Baillon, seul auteur récent qui se soit occupé d'une manière un peu détaillée de ce végétal.* Hura crepitans, *remarquable à tant d'égards. Nous voulons reproduire ici le passage du* Dictionnaire Encyclopédique *des sciences médicales de Dechambre qui a trait à la toxicité de cette espèce, la plus répandue, bien que limitée à l'Amérique méridionale, et aussi la plus connue : il y est également question de ses vertus médicinales. « Ce végétal* (Sablier élastique), « *américain d'origine, a été introduit dans l'ancien monde.* « *Son suc laiteux est âcre, irritant,* riche en caoutchouc. *Ses* « *graines par leur forme rappellent celles de la noix vomique.* « *Elles constituent un médicament violemment évacuant. Elles* « *purgent et font vomir. On en extrait une huile purgative* « *vantée contre les coliques saturnines. Avec un demi* « *embryon frais ou avec 10 centigr. du contenu de la graine,* « *on peut produire une purgation abondante. L'abus des* « *semences est dangereux. Les feuilles de l'arbre broyées* « *avec de l'huile sont quelquefois appliquées tièdes sur les* « *régions douloureuses et constituent, d'après* l'Herminier, *un* « *bon calmant.' Tous les* Hura *ont des propriétés analogues,* « *et* l'Assara des Brésiliens (Hura Brasiliensis W.)[1] *est vanté* « *dans le traitement des affections psoriasiques, lépreuses,* « *même les dermatoses syphilitiques. On emploie surtout la* « *décoction de la racine. »*

Ce côté applicatif de l'étude n'a pas été abordé par M. Gilles qui avait à faire face, avec une éducation et des moyens d'étude spéciaux, à des investigations d'une tout autre nature, et il faut bien reconnaître que la tâche était lourde mais qu'elle a été remplie dans toute la mesure où le permettaient les échan-

1. Cette espèce est identifiée aujourd'hui avec *H. crepitans* L. comme l'*H. Senegalensis* Baill. Il ne reste plus que deux espèces américaines une du Sud de ce continent, l'autre du Mexique.

tillons et spécimens végétaux mis à sa disposition. Aujourd'hui on peut dire hautement que ce groupe intéressant des Euphorbiacées *est mieux connu dans sa constitution intime, et que, les travaux à peine ébauchés sur cette matière par l'École allemande, étant complétés, il faut en féliciter M. Gilles dont le labeur a comblé ainsi une lacune importante. Il a démontré en outre, par ses travaux, que les données anatomiques viennent, une fois de plus, donner confirmation aux caractères morphologiques, qui, depuis longtemps avaient rapprochés dans un même groupe les* Hura *et les* Hippomane.

Dr Heckel.

PRÉLIMINAIRES

Les *Euphorbiacées* Juss. (*Gén.* 384) sont rangées dans l'ordre des *Tricoccées*. C'est une famille très homogène par le fruit presque toujours tricoque et formé de trois carpelles, par l'ovule toujours anatrope et muni ordinairement d'un obturateur formé par le placenta.

Elle se divise en deux sections : les *Sténolobées*, à cotylédons peu développés et ne dépassant pas la largeur de la radicule, et les *Platylobées* à cotylédons plus larges que la radicule.

Aux *Platylobées* appartiennent les groupes biovulés des *Phyllantées* et *Brideliées*, et les groupes uniovulés des *Crotonées*, *Dalechampiées*, *Acalyphées*, *Hippomanées* et *Euphorbiées*.

Les *Hura* rentrent dans la tribu des *Hippomanées* qui, elle-même, fait partie de la section des *Platylobées*.

Nous donnons ci-après une classification des *Hippomanées* (voir page 16).

Nous montrerons dans la suite que les caractères anatomiques concordent en tous points avec les données de la morphologie florale.

L'*Hura crepitans L.* est originaire des régions tropicales de l'Amérique. Le nom de « Sablier » lui a été donné dans les colonies françaises, à cause de son fruit, recherché pour faire des poudrières de bureau.

Nous donnons au début de ce mémoire une reproduction d'un pied d'*Hura* d'après une photographie prise à Fort-de-France (Martinique) (Pl. I). C'est un grand arbre très ramifié, ayant le port de nos chênes. La présence spontanée de ces

Hippomanées.

Ovules solitaires et étamines dressées dans le bouton. — Fleurs toujours apétales et calice mâle à préfloraison imbriquée.

Point de disque glanduleux.

Etamines en nombre variable, centrales et souvent monadelphes, avec anthères extrorses.

Inflorescences en épis composés de cymes, le plus souvent contractées.

Des laticifères inarticulés.

Inflorescences accompagnées de bractées écailleuses, rarement foliacées, ne cachant jamais entièrement les fleurs.

Calice des fleurs mâles divisé profondément en 3 lobes. — 2-3 étamines libres. — Ovaire 3-loculaire et plus tard à 3 coques bivalves se séparant d'une columelle centrale.

Arbres et arbrisseaux ordinairement dioïques, glabres. — Feuilles opposées ou alternes :

Excœcaria L.

(Environ 30 espèces : Afrique ; Asie ; Australie tropicale ; Iles Mascareignes).

Calice des fleurs mâles à bord presque entier ou brièvement lobé.

Ovaire 2-3 loculaire. Etamines 2-3 libres.

Trois coques bivalves, mais point de columelle. Base persistante du périanthe formant une lame à 3 lobes épineux :

Stillingia L.

(Environ 15 espèces : Amérique ; Iles Mascareignes ; Océanie).

Capsule loculicide abandonnant, lors de la déhiscence, une columelle centrale à 3 ailes :

Sapium R. Br.

(Environ 25 espèces, : régions tropicales des deux Hémisphères).

Ovaire 6-9-loculaire. — Fruit drupacé, indéhiscent. — Arbre à fleurs monoïques ; latex très vénéneux.

Hippomane L.

(Hippomane Mancinella L., Amérique tropicale).

Bractées recouvrant d'abord complètement les fleurs, puis se déchirant irrégulièrement lors de l'anthèse. — Anthères 8-20, extrorses et sessiles sur une colonne centrale. — Ovaire à 2-20 loges. — Fruit déprimé, formé de coques qui se séparent élastiquement, à la maturité, d'une columelle centrale.

Grands arbres, à fleurs monoïques ; feuilles simples, alternes.

HURA L.

végétaux dans les régions tropicales de l'ancien continent n'a pas été constatée. Ils sont cultivés sous les tropiques à cause de leur aspect ornemental.

Dans les mains de l'homme, les *Hura* ont franchi les limites de leur aire d'extension primitive. On les trouve aussi dans nos serres, mais leur développement est moins considérable. Ce sont alors des plantes peu ramifiées, n'atteignant jamais une grande hauteur, et se terminant par un bouquet de feuilles.

Nous avons divisé notre travail en deux grandes parties :

1° Étude de la graine, de la racine, de la tige et de la feuille ;

2° Étude de la fleur et du fruit.

Enfin, en terminant, nous donnons, dans un dernier chapitre, un résumé de nos observations et les conclusions auxquelles nous sommes arrivé.

Muséum
1906

ÉTUDE

MORPHOLOGIQUE ET ANATOMIQUE

DU SABLIER

(HURA CREPITANS L.)

Par M. GILLES.

CHAPITRE PREMIER

Morphologie et Anatomie de la Graine, de la Racine, de la Tige et de la Feuille.

GRAINE

Les graines, par leur aspect, rappellent la noix vomique (fig. 1 *Gr*). Elles sont orbiculaires, latéralement comprimées et sans caroncule. Leur surface est lisse. Elles possèdent deux téguments. Le tégument externe (testa), nettement différencié, qui donne sa couleur à la graine, est formé de cellules à parois épaisses, jaunâtres, allongées perpendiculairement à la surface. Le tégument interne peut se laisser diviser en deux zones : une zone au-dessous du testa, formée uniquement de cellules aplaties par suite d'une dessiccation prolongée, et une zone formée par deux à trois rangées de cellules parenchymateuses et à parois sinueuses.

L'embryon qu'entoure un albumen huileux possède deux cotylédons très larges (fig. 2 *Cot.*) et dépassant plusieurs fois la largeur de la radicule (Platylobées). Ces cotylédons sont foliacés, suborbiculaires, auriculés et penninerves à la base,

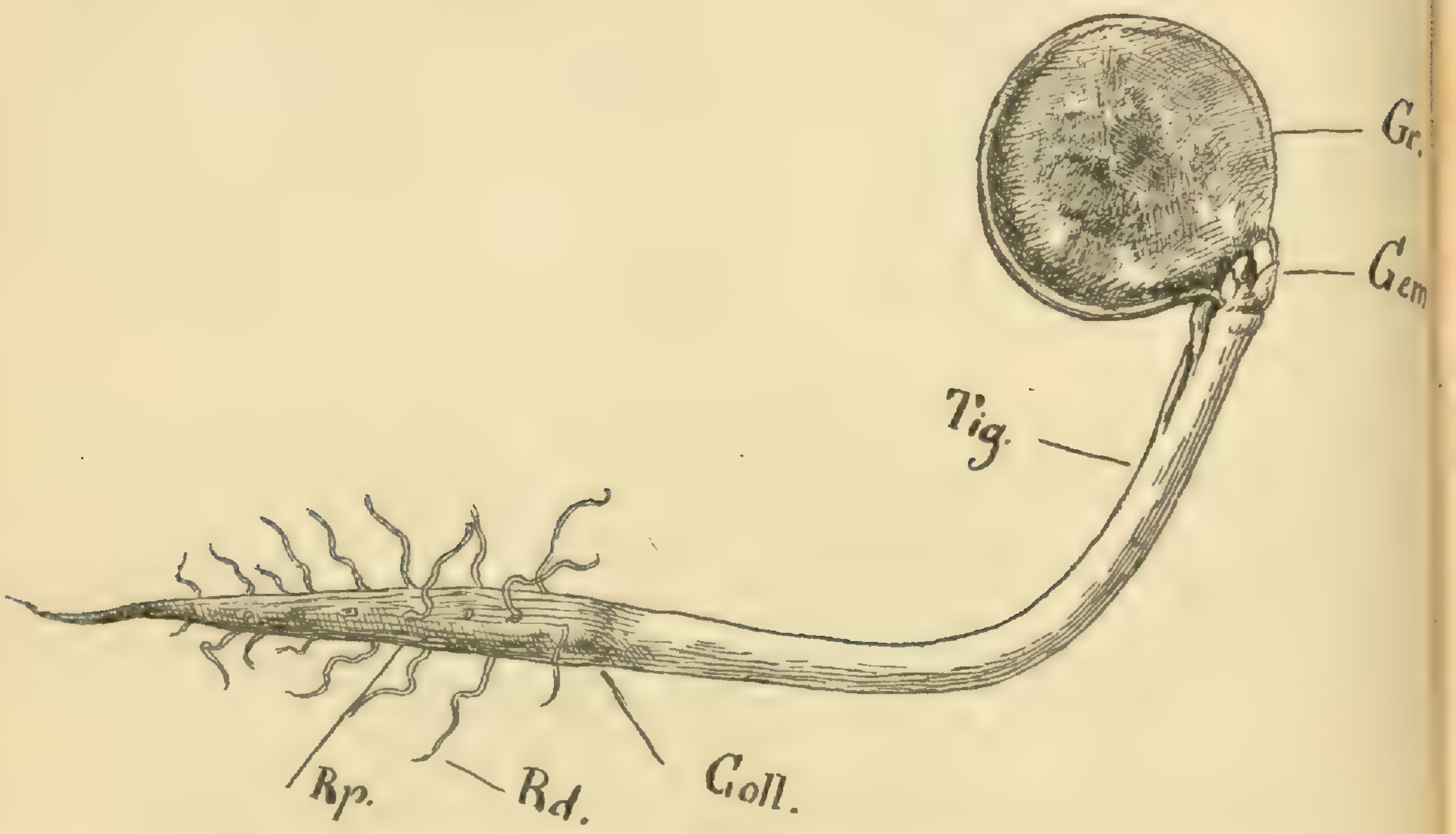


FIG. 1. — Germination d'Hura crepitans. — *Gr*, graine ; *Gem*, gemmule ; *Tig*, tigelle ; *Coll*, collet ; *Rd*, radicelle ; *Rp*, racine primaire

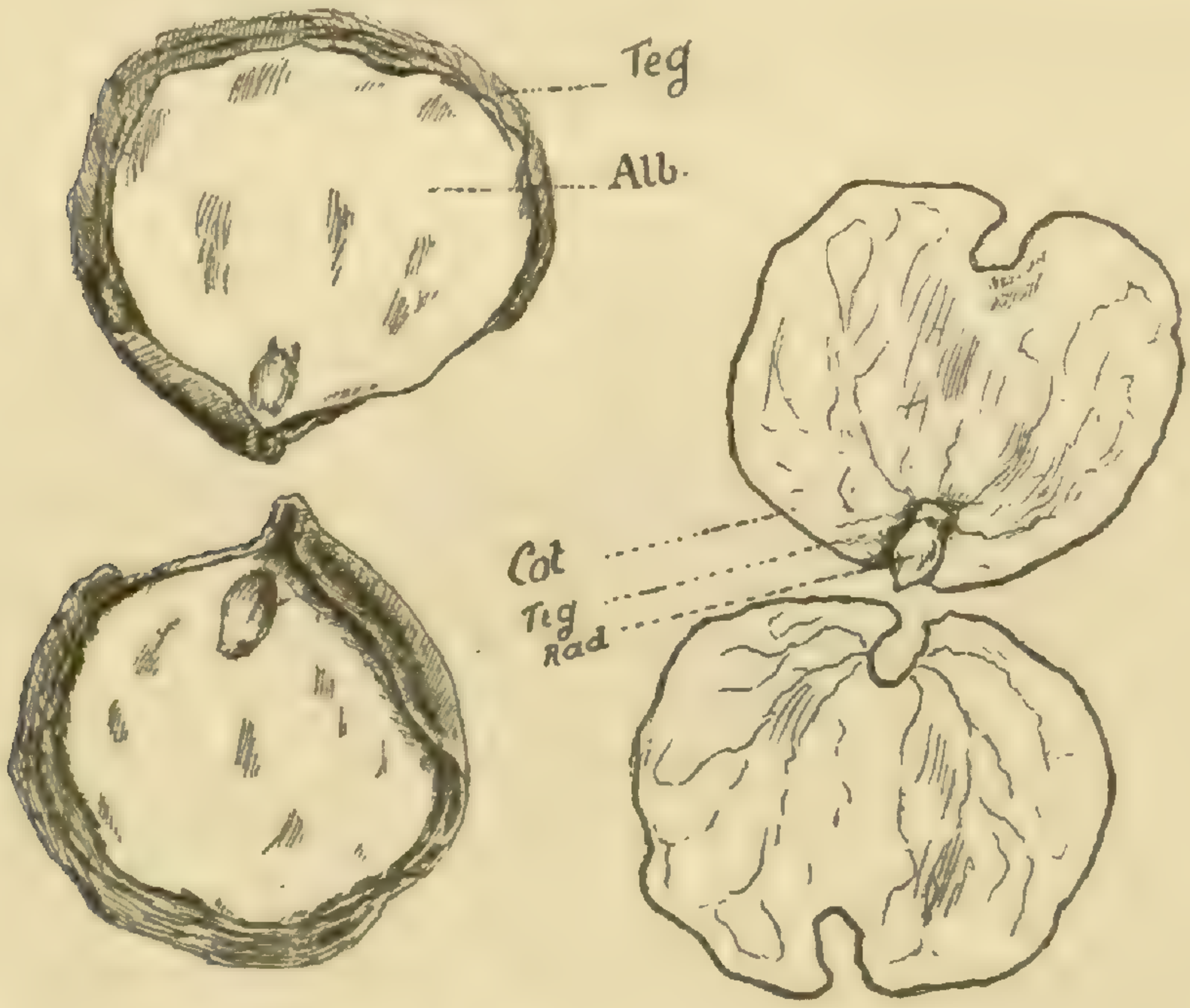


FIG. 2. — Graine ouverte dont les cotylédons ont été séparés. — *Teg*, téguments de la graine ; *Alb*, albumen ; *Cot*, cotylédon ; *Tig*, tigelle ; *Rad*, radicule.

facilement séparables. Ils offrent, à peu de chose près, la même largeur que la graine. Ils possèdent un tissu parenchymateux à la face interne, et habituellement un parenchyme arrondi ou polyédrique à la face externe, bien que plus tard la structure de la feuille soit bifaciale.

La radicule, courte, supère et cylindrique, est dirigée vers le micropyle, par conséquent vers le haut de la cavité ovarienne.

L'albumen est volumineux, à surface unie (fig. 2, *Alb.*). Les cellules de cet albumen sont étroitement serrées les unes contre les autres, remplies d'aleurone et d'huile. La matière grasse imprègne d'ailleurs tous les tissus de la graine, les cellules en sont gorgées. Du reste, au point de vue morphologique et anatomique, les cotylédons et l'albumen rappellent en tous points ceux du Ricin, que nous avons pu examiner avec soin.

L'embryon est formé de cellules plus petites, disposées généralement en séries et parcouru par des faisceaux vasculaires. Le hile est ovale, et laisse apercevoir la trace du faisceau libéro-ligneux nourricier.

Dès que l'enveloppe séminale s'est déchirée par suite du gonflement de l'albumen et des cotylédons eux-mêmes, la germination s'opère. Cette germination étant épigée, c'est d'abord la région hypocotylée de la tige (fig. 1) qui s'allonge pour pousser hors de la graine le cône radiculaire qui la termine. Cet axe hypocotylé se recourbe, atteint une grande longueur, se développe puissamment, et, son extrémité forme le pivot. Les cotylédons et la gemmule demeurent enfermés dans la graine jusqu'à ce qu'ils aient absorbé et fait passer dans les diverses parties de l'embryon toutes les substances nutritives dont ils étaient le réservoir.

RACINE

Comme dans le Ricin, le pivot porte quatre rangées équidistantes de radicelles disposées en séries longitudinales. Ce

pivot *est généralement quaternaire* (fig. 3), *et les radicelles qui en dérivent sont binaires*; toutefois, dans les deux espèces

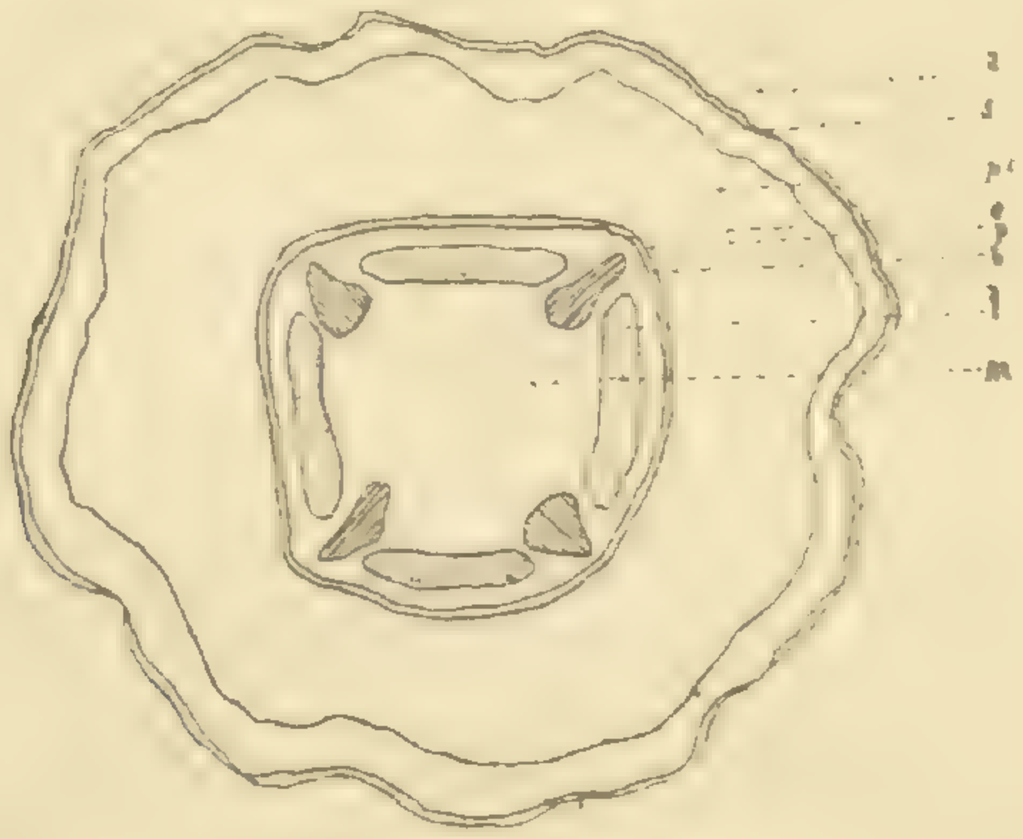


FIG. 3. — *z*, zone pilifère; *s*, zone subéreuse; *pc*, parenchyme cortical; *e*, endoderme; *p*, péricycle; *b*, bois; *l*, liber; *m*, moelle (Gr. 23).

cultivées au jardin de Montpellier, je n'ai trouvé, dans les ramifications du pivot. que la structure ternaire (fig. 4) ou binaire (fig. 5).

L'étude des plus jeunes racines qu'il nous a été permis d'observer, nous a montré, au sommet de ces racines, un ensemble de cellules se divisant tangentiellement, de manière à former deux groupes ; un de ces groupes, celui du sommet, donnera plus tard l'assise subéreuse, et l'autre groupe l'écorce. Les éléments qui donnent naissance au cylindre central se distinguent nettement des deux autres groupes de cellules ; ils sont très allongés et possèdent, pour la plupart, une forme rectangulaire.

Anatomie de la racine primaire

La racine primaire peut être, comme on l'a vu, *quaternaire*, *ternaire ou binaire* (fig. 3, 4 et 5). Considérée au début de son développement, la jeune racine présente une zone externe formée de cellules plus ou moins régulières, habituellement quadrangulaires, quelques-unes pentagonales (fig. 6 *s*). Ce sont certaines de ces cellules qui s'allongent et forment ainsi des poils de longueur variable, toujours simples.

FIG. 4. — *z*, zone pilifère ; *s*, zone subéreuse ; *pc*, parenchyme cortical *e*, endoderme ; *p*, péricycle ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle (Gros. 23).

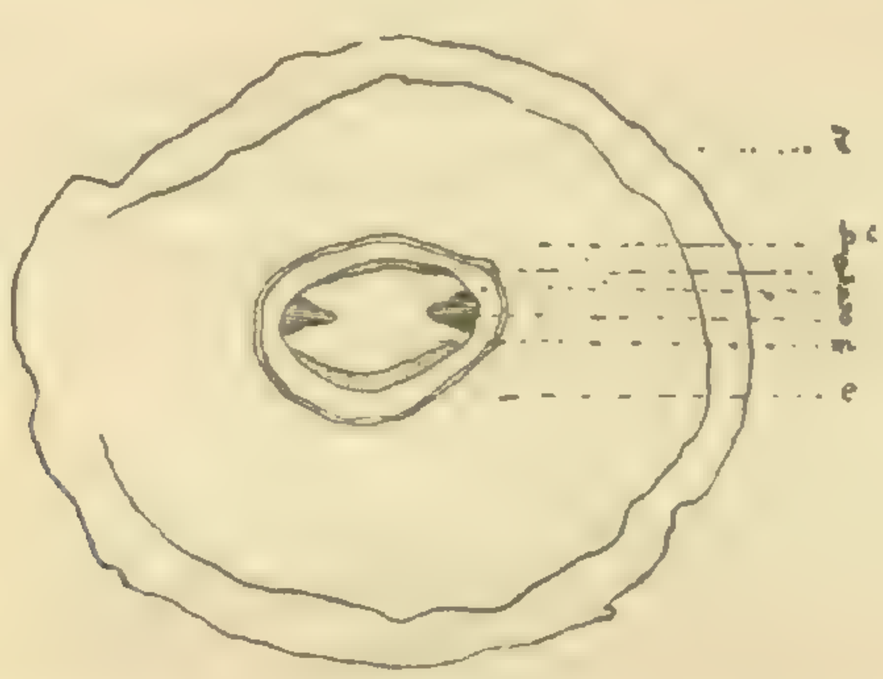


FIG. 5. — *z*, zone pilifère et subéreuse ; *pc*, parenchyme cortical ; *p*, péricycle ; *e*, endoderme ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle (Gr. 47).

FIG. 5 *bis*. — *b*, bois ; *l*, liber ; *p*, péricycle et endoderme ; *e*, écorce (Gr. 47).

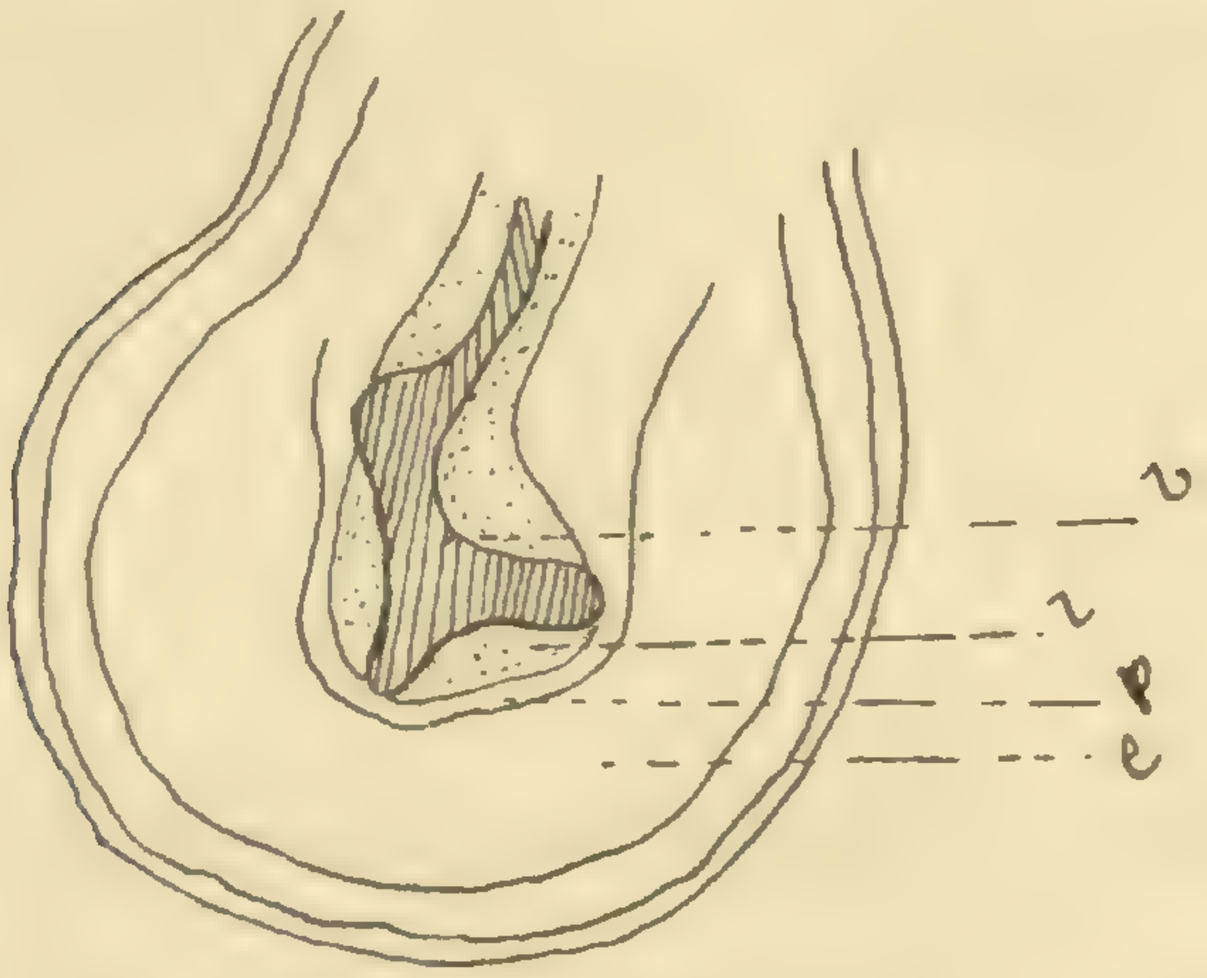


Fig. 5 *ter*. — *b*, bois; *l*, liber; *p*, péricycle et endoderme; *e*, écorce (Gros. 47).

Écorce. — Sous l'assise pilifère se trouve l'assise subéreuse, formée d'une rangée de cellules hexagonales, plus ou moins allongées radialement, alternant habituellement avec les cellules de l'assise pilifère (fig. 6, *s*).

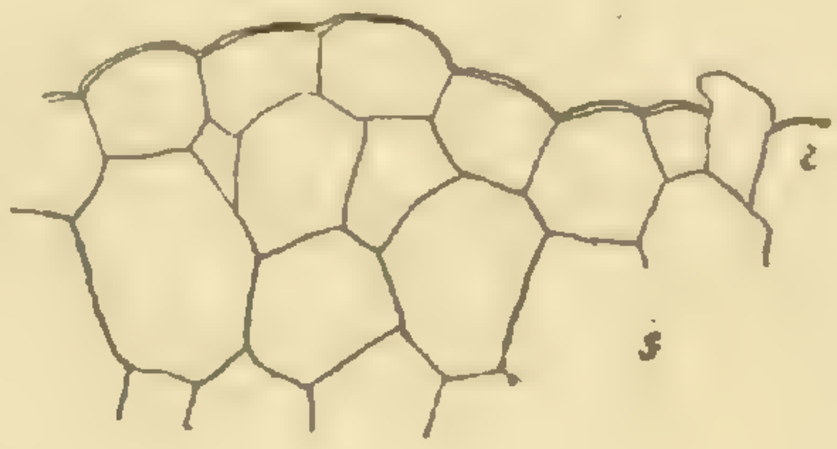


Fig. 6. — *z*, zone pilifère; *s*, zone subéreuse (Gros 200).

Le parenchyme cortical possède une dizaine d'assises de cellules. Il peut se laisser diviser en deux parties, la zone externe où les cellules sont à contours plus ou moins arrondis et laissent entre elles de rares méats, alors que la zone interne a des cellules également arrondies, mais avec des méats plus nombreux. La différence est surtout très nette si l'on compare les cellules de la zone sous-subéreuse et les cellules de la zone sus-endodermique. Ce caractère n'est pas toujours constant. Il existe en effet, dans ces mêmes plantes, des racines où le parenchyme tout entier est formé de cellules plus ou moins arrondies et irrégulièrement disposées.

L'endoderme est formé de cellules rectangulaires, montrant les plissements typiques, localisés sur les régions moyennes des faces radiales de leur membrane (fig. 7, *e*).

Cylindre central. — Le péricycle est représenté par deux ou trois assises de cellules polygonales parenchymateuses, l'assise la plus externe alternant avec les cellules de l'endoderme (fig. 7, *p*).

Comme chez d'autres Euphorbiacées, au point de vue histogénique, ce qui caractérise surtout le péricycle, c'est la facilité avec laquelle il lignifiera plus tard ses membranes, alors que l'endoderme est fugace et perd bientôt toute trace de différenciation.

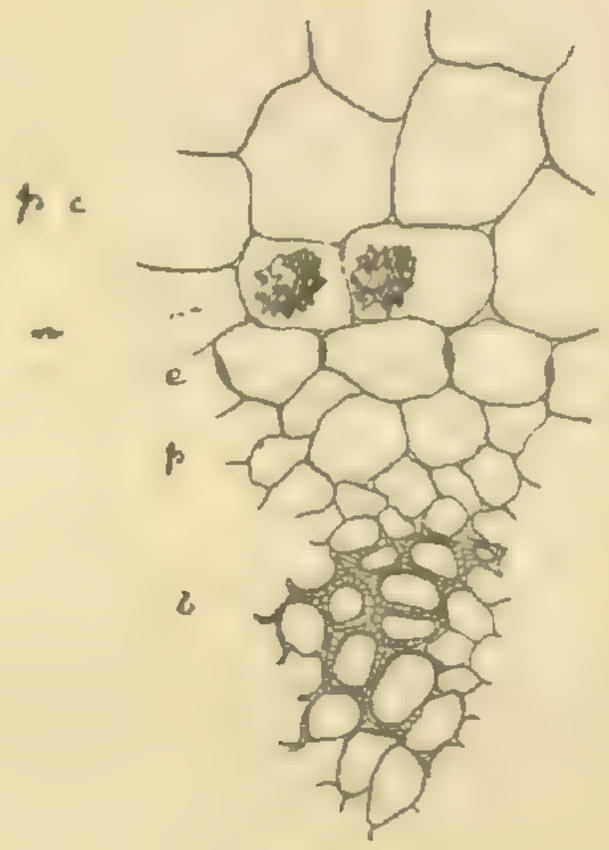


FIG. 7. — *pc*, parenchyme cortical ; *e*, endoderme ; *m*, mâcle d'oxalate de calcium ; *p*, péricycle ; *b*, bois (Gr. 200).

Contre cette zone péricyclique sont adossés les faisceaux ligneux. Si la racine est binaire, le cylindre central prend une forme elliptique ; si elle est ternaire, le cylindre central affecte une forme triangulaire ; si elle est quaternaire, le cylindre central devient quadrangulaire (fig. 3, 4 et 5).

Dans l'un et l'autre cas, le liber est formé de cellules très irrégulières, aplaties près du péricyle et plus arrondies vers la moelle. Celle-ci est constituée par des cellules polygonales régulières, laissant entre elles des méats.

Les cellules de l'assise pilifère ont un contenu jaunâtre, avec granulations nombreuses de nature tannique. Au-dessous de l'assise pilifère, apparaissent également des cellules rec-

tangulaires, disposées à la suite les unes des autres, ayant un contenu tannoïde. Des mâcles d'oxalate de chaux apparaissent dans le parenchyme cortical. Ces mâcles abondent surtout dans l'assise sus-endodermique (fig. 7, *m*) où les cellules qui les contiennent sont disposées en séries longitudinales. Le tannin se montre en masse compacte dans les vaisseaux ligneux ; le liber en contient aussi, mais en moins grande quantité et sous forme de granulations.

Radicelles (fig. 5 *bis*). — Comme à l'ordinaire, elles naissent dans le péricycle des racines qui les produisent.

Sur les racines binaires, comme sur les racines ternaires, les radicelles sont en nombre double, et disposées en deux fois autant de rangées longitudinales qu'il y a de faisceaux ligneux dans la racine mère, c'est-à-dire en quatre rangées si celle-ci est binaire, en six rangées, si elle est ternaire ; ces rangées de radicelles sont rapprochées deux par deux, à droite et à gauche de chacun des faisceaux ligneux.

Comme chez la plupart des dicotylédones[1], le cylindre central de la jeune radicelle raccorde directement, à mesure qu'ils s'y différencient, ses faisceaux ligneux et libériens ainsi que son péricycle, avec les faisceaux et le péricycle de la racine mère. Si la structure de celle-ci est binaire, les deux faisceaux ligneux, dans la radicelle, sont situés dans le plan antéro-postérieur, les deux faisceaux libériens dans le plan transversal. L'assise externe de l'écorce se place dans le prolongement de l'épiderme, qu'elle raccorde avec le bord externe du péricycle. Son assise interne prend, sur certaines de ses faces, les plissements subérisés de l'endoderme, qu'elle prolonge et qu'elle raccorde à travers le péricycle avec l'endoderme de la racine mère (fig. 5 *bis*). Je n'ai eu à ma disposition qu'une seule germination d'*Hura* conservée dans le formol. La structure du pivot commençait à apparaître, c'est pourquoi je n'ai pu décrire les transformations secondaires qui plus tard s'y produisent.

1. Van Tieghem, *Traité de Botanique*, page 705, tome I.

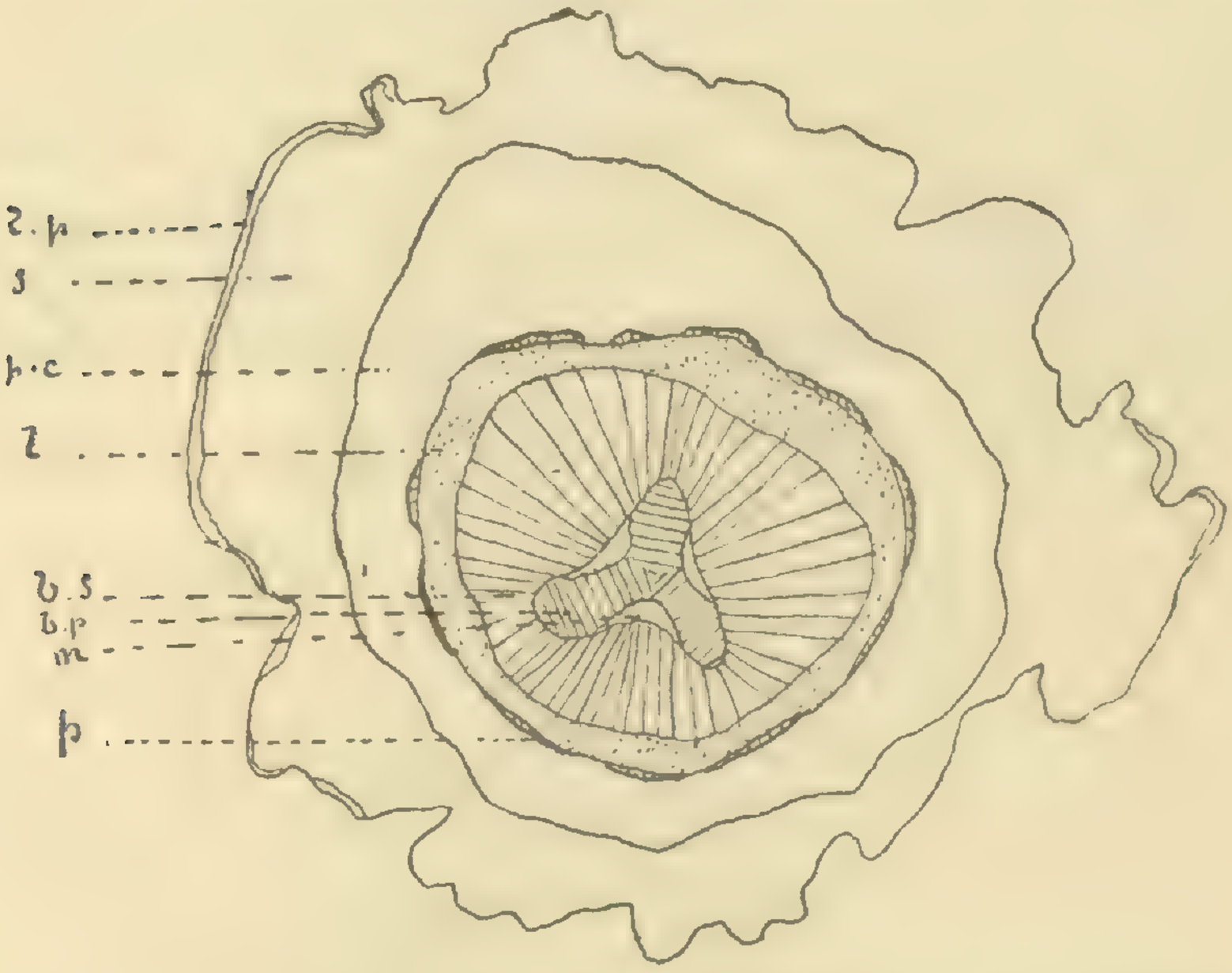


FIG. 7 *bis*. — *zp*, zone pilifère ; *s*, zone subéreuse ; *pc*, parenchyme cortical ; *p*, péricycle ; *l*, liber ; *bs*, bois secondaire ; *bp*, bois primaire ; *m*, moelle (Gr. 18).

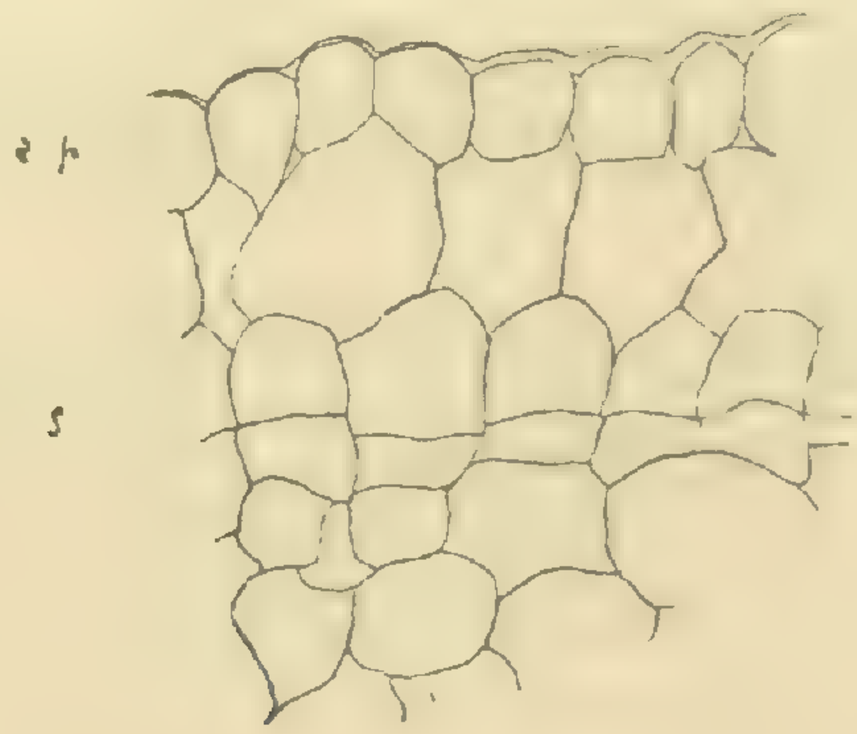


FIG. 8. — *zp*, zone pilifère ; *s*, suber (Gr. 200).

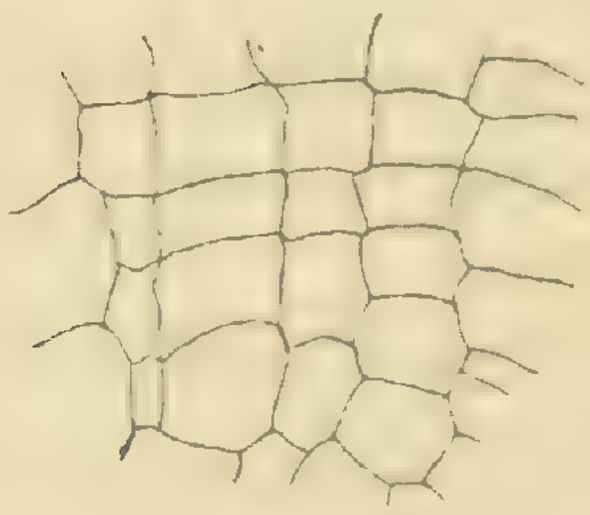


FIG. 9. — Suber (Gr. 120).

Formations secondaires dans les racines ternaires (fig.7). — La racine secondaire est protégée de bonne heure par un suber très développé, qui prend naissance au-dessous de l'assise pilifère (fig. 8); il est formé de cellules régulières, rectangulaires, à parois minces, légèrement sinueuses (fig. 9). Au-dessous, se montre le parenchyme cortical peu développé, avec ses cellules légèrement comprimées, contenant des

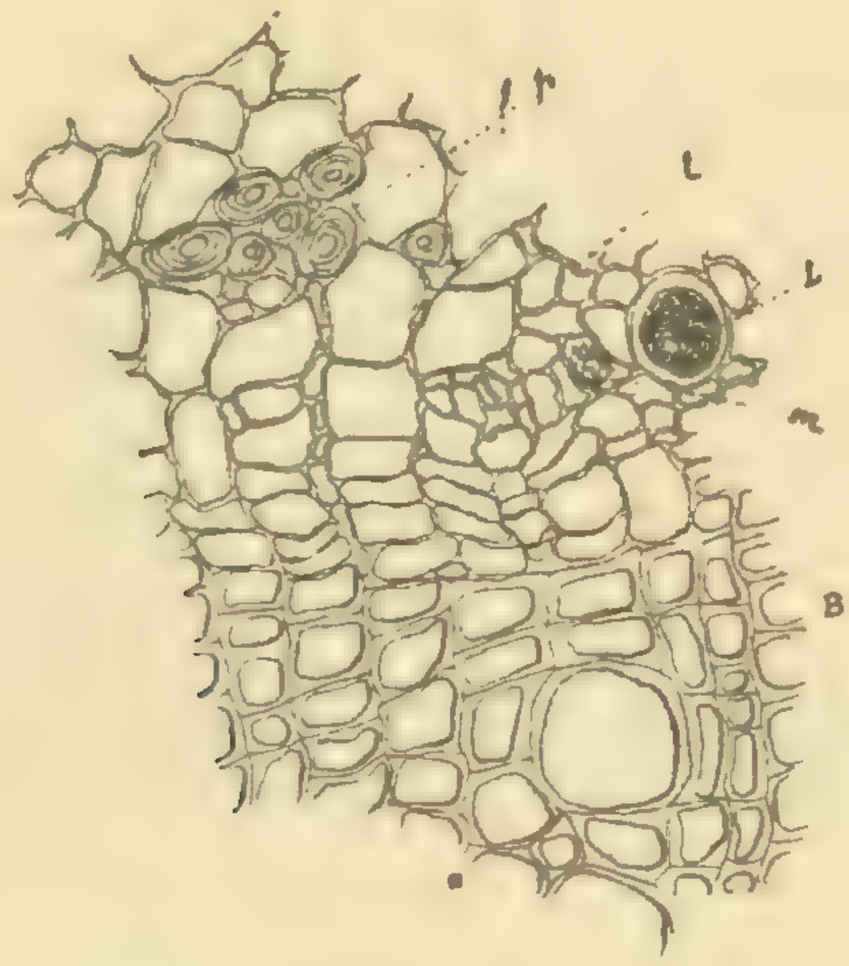


FIG. 10. — *fp*, fibres péricycliques; *l*, liber; *L*, laticifères; *m*, mâcles d'oxalate de chaux; *B*, bois (Gr. 200).

mâcles et des cristaux rhomboédriques d'oxalate de calcium, de l'amidon en grains arrondis, et quelques laticifères à parois peu épaisses.

Dans la racine secondaire, l'endoderme n'est plus visible; le péricycle contient des fibres ordinairement groupées par îlots (fig. 10, *fp*), plus rarement isolées. Des fibres semblables apparaissent également dans le liber, réunies par groupes de trois ou de quatre. Ces éléments se colorent plus difficilement par la fuchsine que ne le font ceux du bois, ils ont une section arrondie ou légèrement ovale, et leurs zones d'épaississement sont très nettes.

Le liber forme une zone continue (fig. 7 *bis l*); il est constitué par des cellules irrégulières comme forme et comme grandeur, et renferme également des mâcles et des rhomboèdres d'oxalate de calcium; on y rencontre aussi des laticifères (fig. 10 *m* et L).

Le bois secondaire est très développé (fig. 10, B). Il est formé de vaisseaux et de fibres rectangulaires à large lumen.

Les faisceaux ligneux primaires, refoulés et comprimés vers le centre, s'y laissent encore apercevoir facilement (fig. 7 bis, *b p.*). La moelle, en partie lignifiée, n'est point entièrement résor-

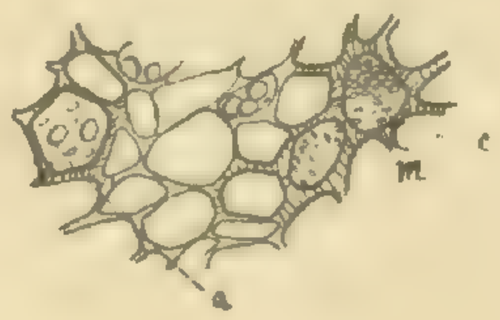


FIG. 11. — *m*, moelle ; *c*, cellule ponctuée ; *a*, amidon (Gr. 120).

bée, et se retrouve en trois endroits, avec ses cellules parenchymateuses ; certaines d'entre elles sont ponctuées (fig. 11).

L'amidon existe en grande abondance, surtout dans les rayons médullaires. Les espaces intercellulaires du parenchyme et du liber sont remplis d'une substance semblable au latex. La liqueur de Fehling accuse la présence du sucre à peu près également dans tous les organes.

Les laticifères suivent les nervures ; ils ont un contenu jaunâtre, et renferment de l'amidon en bâtonnets.

Formations secondaires dans les racines binaires (fig. 12). — Les caractères anatomiques que nous venons de décrire

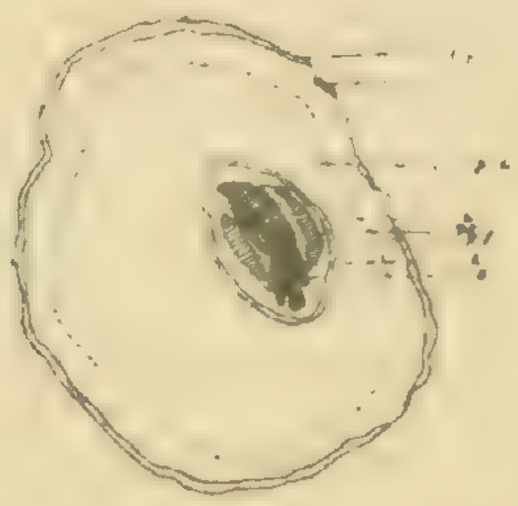


FIG. 12. — *zp*, zone pilifère ; *s*, suber ; *pc*, péricycle cortical ; *e*, endoderme ; *pp*, péricycle parenchymateux ; *pf*, parenchyme fibreux ; *l*, liber ; *b*, bois (Gros. 20).

dans la racine ternaire se retrouvent ici, mais avec de légères modifications. Ces racines sont plus petites que les racines

ternaires et ont une forme ovale. L'endoderme y persiste, et dès que le cambium commence à fonctionner, le péricycle, parenchymateux à l'extérieur, forme en deux régions opposées des faisceaux de fibres, et le liber, qui ne forme pas un anneau continu, se trouve placé au-dessous de ces amas fibreux.

La moelle est totalement résorbée, et les deux faisceaux se rejoignent au centre, partageant ainsi le cylindre central en deux moitiés égales.

Ici encore, des mâcles apparaissent, localisées surtout dans les régions sus-endodermiques; quelques-unes se trouvent également dans le liber. Les laticifères sont bien rares et peu apparents dans le parenchyme cortical. L'amidon n'y existe pas.

TIGE

Structure primaire (fig. 13 et 14). — L'épiderme est cutinisé et possède une seule assise de cellules se divisant fréquemment par une cloison radiale. Poils unicellulaires ou pluricellulaires, mais toujours unisériés. Collenchyme avec sept ou huit rangées de cellules, plus ou moins arrondies.

Le tissu parenchymateux, formé d'éléments irréguliers, se laisse diviser en deux parties : une région externe possédant peu de laticifères, et une région interne où sont surtout localisés ces appareils secréteurs (fig. 14 *l*). L'endoderme et le péricycle ne sont point différenciés; toutefois, nous nous rangeons à l'opinion des anatomistes, dont nous avons déjà parlé, et nous donnerons le nom de péricycle au tissu collenchymatoïde situé à la périphérie du cylindre central, bien que ce tissu soit d'origine libérienne. Peu de laticifères existent dans cette partie collenchymateuse; celle-ci ne forme pas un anneau continu, et les rayons médullaires la divisent en plusieurs segments.

Le liber, formé de cellules irrégulières, sinueuses, à parois minces et nacrées, est traversé par un assez grand nombre de laticifères.

Le bois (fig. 13 et 14 B) renferme quelques rares vaisseaux à très petit lumen, et du parenchyme ligneux. Comme l'in-

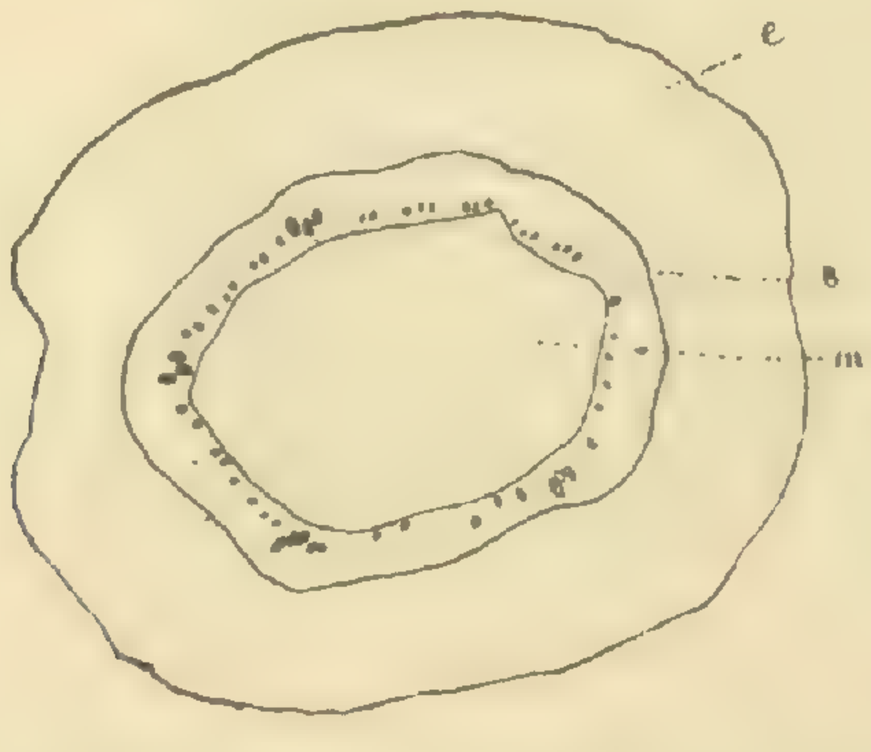


FIG. 13. — *e*, écorce; *B* bois et liber; *m*, moelle (Gros, 23).

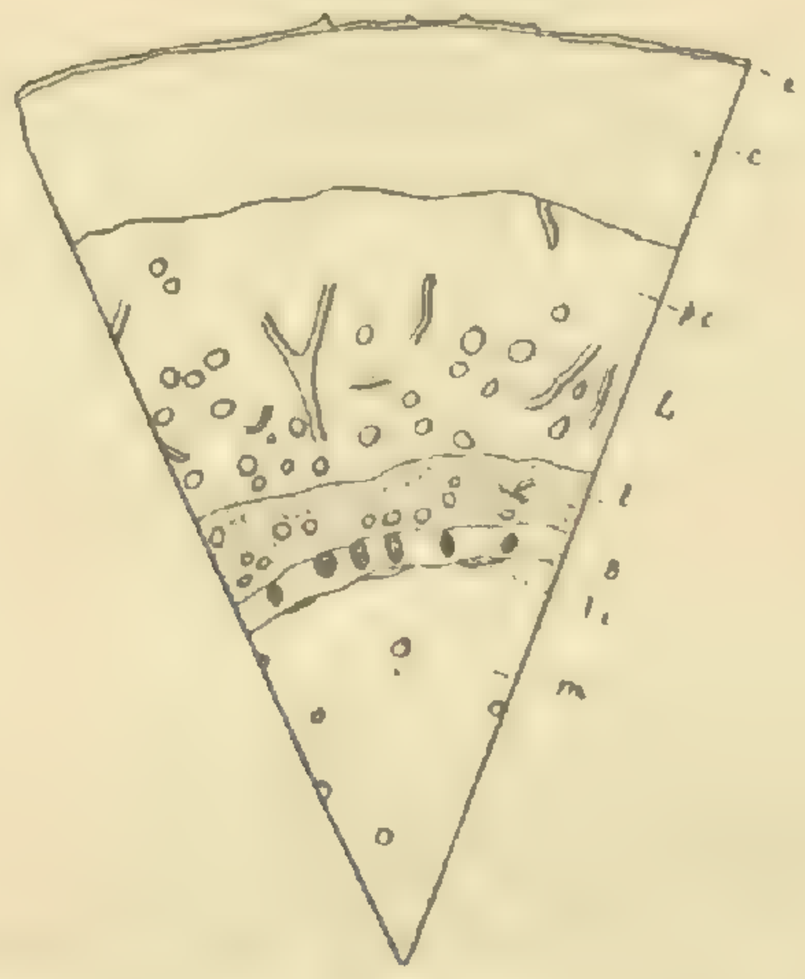


FIG. 14. — *e*, épiderme; *c*, collenchyme; *pc*, parenchyme cortical; *L*, laticifères; *l*, liber; *B*, bois; *li*, liber interne; *m*, moelle (Gros. 23).

dique Gaucher[1], le liber interne peu développé (fig. 14 *li*) est formé de cellules à parois nacrées et brillantes, comme celles du liber externe, mais on n'y trouve point d'éléments autrement différenciés, aucune espèce de crible par conséquent. C'est le « liber *cambiforme* » de Pax.

Les rayons médullaires sont constitués par une ou deux rangées de cellules allongées radialement, et parcourus par des laticifères.

Le cambium interne naît bien avant le cambium externe.

La moelle est bien développée, à cellules plus ou moins arrondies et entremêlées de laticifères.

1. L. GAUCHER, *Recherches anatomiques sur les Euphorbiacées*. Ann. des Sc. Nat , t. 15, pages 161-309. Paris, 1902.

L oxalate de calcium, sous forme de rhomboèdres, mais surtout en mâcles, se trouve principalement localisé dans l'assise sous-épidermique. Le parenchyme cortical et la moelle en renferment en moins grande quantité. Le liber et les rayons médullaires en contiennent aussi, bien que Mœller [1] ne les ait jamais observés dans ces derniers. Seul, le tissu ligneux n'en contient pas.

Structure secondaire (fig. 15). — La cutine de l'épiderme

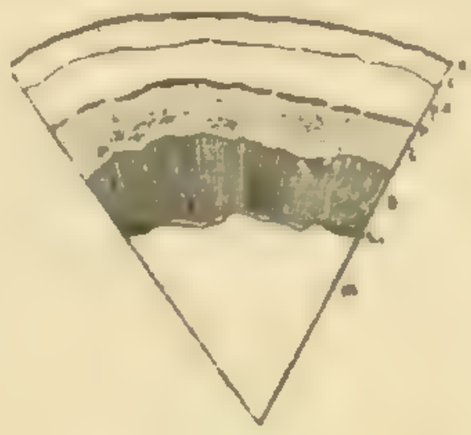


Fig. 15. — *e*, épiderme ; *c*, collenchyme ; *pc*, parenchyme cortical ; *p*, fibres péricycliques ; *z*, liber ; *B*, bois ; *li*, liber interne ; *m*, moelle (Gros. 13).

est devenue plus dense ; aussi la cuticule très nette laisse-t-elle apercevoir très facilement des stries.

Les cellules épidermiques ont une forme plus aplatie que dans la tige primaire, et l'assise sous-épidermique ne renferme presque plus d'oxalate de calcium. Le collenchyme semble moins développé que dans la structure primaire ; il subit une sclérification diffuse, qui se montre même dans le parenchyme cortical. Ce dernier renferme des mâcles d'oxalate de calcium et des cristaux isolés rhomboédriques, ainsi que des vaisseaux laticifères

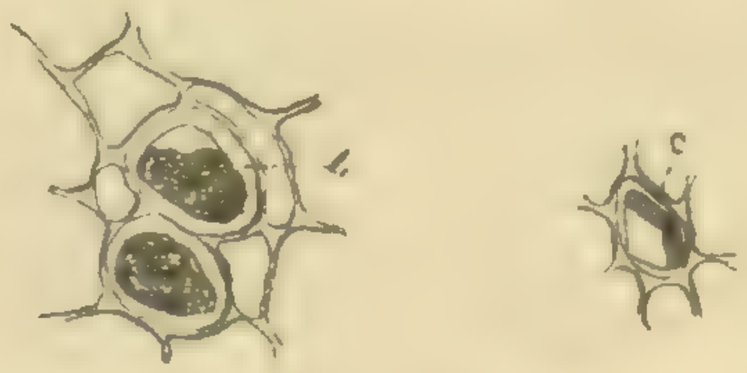


Fig. 16. — L, laticifères ; *o*, oxalate de calcium (Gros. 160).

(fig. 16 L). Les cellules sont plus ou moins arrondies sur les côtés.

1. Mœller, *Anatomie der Baumrinden*, p. 29.

Nous avons retrouvé les lenticelles d'origine sous-stomatique signalées par Pax [1] et Gaucher [2]. Avec ces auteurs, nous avons constaté que le phellogène est d'origine sous-épidermique. Le liège est formé de cellules sinueuses, à large lumen.

Le cylindre central débute par une zone de fibres péricycliques (fig. 17 *f*), rondes ou elliptiques, pourvues de zones

Fig. 17. — *f*, fibres péricycliques; *l*, liber (Gros. 320).

d'épaississement très nettes. Elles sont parfois disposées en deux rangées, formant ainsi un anneau assez souvent interrompu. Ces fibres sont, en général, moins lignifiées que les éléments du bois. Le liber est assez développé. Le bois secondaire renferme des vaisseaux dont le lumen est très grand relativement à celui des vaisseaux de la structure primaire, et un grand nombre de fibres. Le liber est interne disposé par paquets en face des vaisseaux.

La moelle est parenchymateuse, à cellules ponctuées, lignifiées à la périphérie. Elle renferme des laticifères, et l'on observe aussi des gouttes de latex dans les méats intercellulaires (fig. 18 *lat.*).

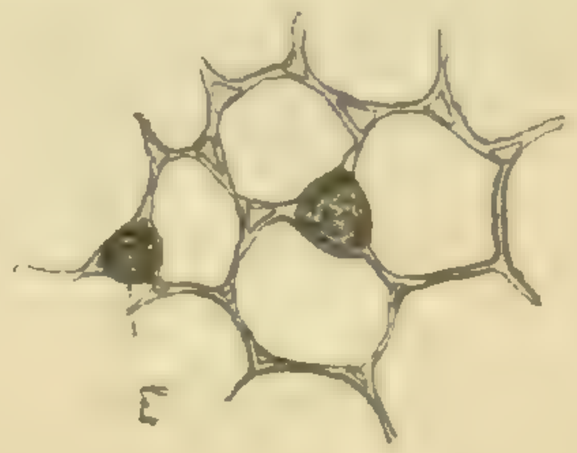


Fig. 18. — Moelle; *lat*, goutte de latex (Gros. 160).

1. F. Pax, Die Anatomie der Euphorbiaceen in ihrer Beziehung zum System derselben, pages 384-421, Leipzig, 1884.

2. L. Gaucher, *Loc. cit.*, p. 172.

Le genre *Hura* est rangé, avec beaucoup d'autres, parmi les types d'Euphorbiacées qui se distinguent par des vaisseaux à ponctuations simples souvent volumineuses, à côté desquelles se montrent aussi des ponctuations aréolées et, entre ces deux formes, des termes de passage. On trouve également des vaisseaux scalariformes. Les ponctuations aréolées se montrent dans tous les organes.

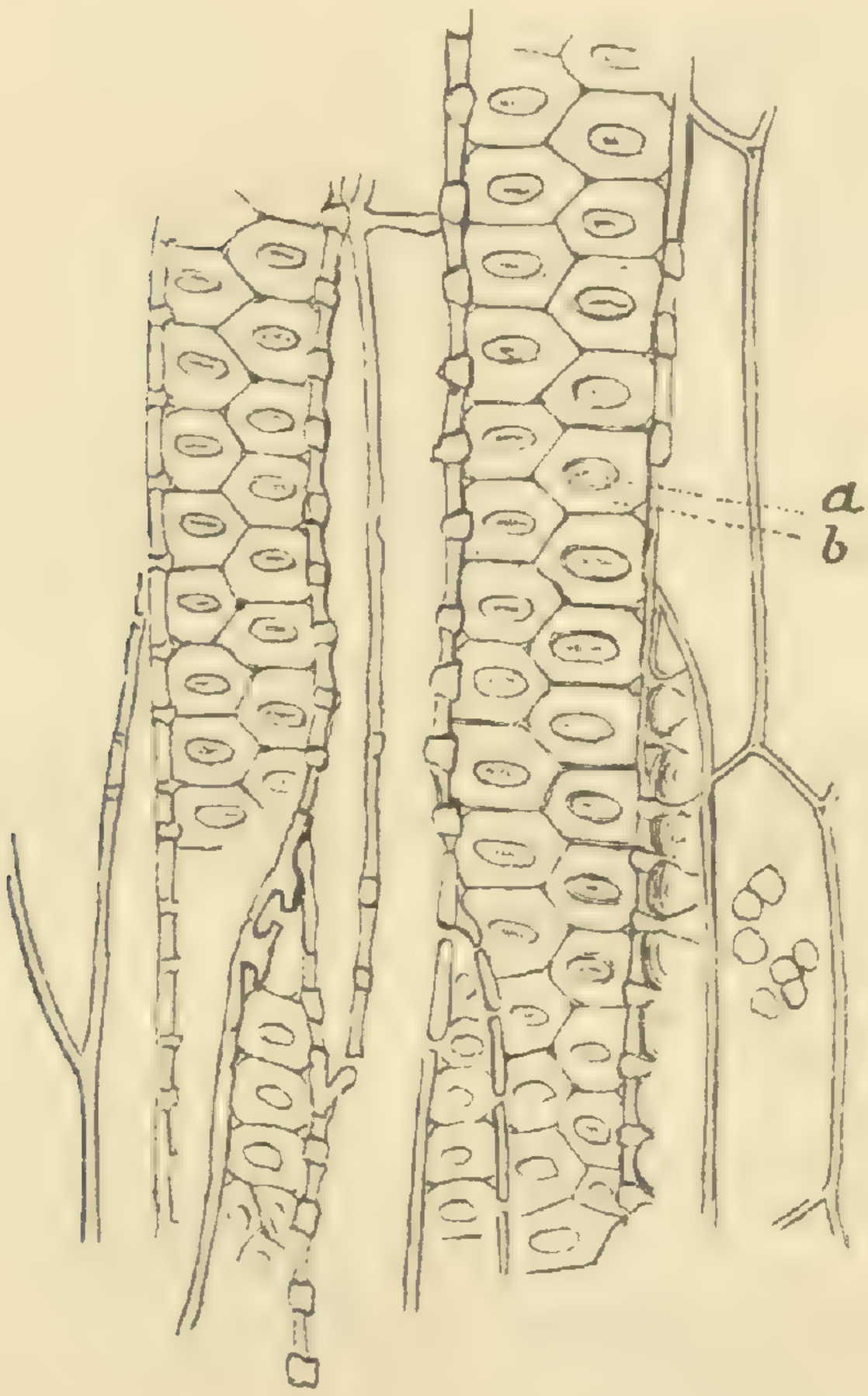


Fig. 19

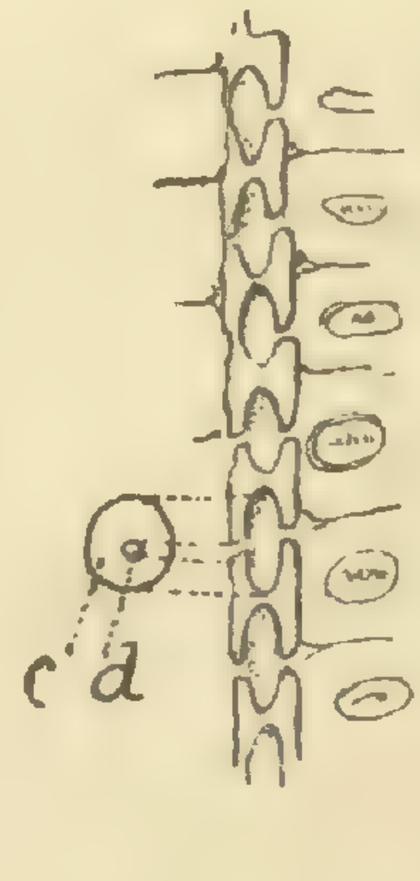


Fig. 20

Fig. 19 et 20. — Ponctuations aréolées et en coupe longitudinale (Gr. 400 et 490).

Ces ponctuations vues de face (fig. 19) présentent un contour externe hexagonal (fig. 19 *b*) qui est le contour primitif de la partie restée mince de la cloison; l'autre (fig. 19 *a*) est le bord elliptique de l'épaississement qui se rétrécit de plus en plus de part et d'autre de la cloison. Et comme cet épaississement se produit de la même manière sur les deux faces

Ecorce d'Hura crepitans.

de la paroi de séparation de deux cellules, les deux voûtes opposées limitent un espace lenticulaire, que la fine lame de la membrane primitive divise en deux moitiés égales. Mais lorsque les cellules ligneuses perdent leur protoplasma, elles se remplissent d'eau et d'air, et cette mince membrane disparaît à la fin, comme l'indique la figure (fig. 20 *c d*) ; l'espace lenticulaire de la ponctuation constitue alors une seule cavité, enfermée entre les épaississements en forme de voûte de la paroi, et communiquant, à droite et à gauche, par un orifice circulaire avec les cavités des cellules voisines.

ÉCORCE (Pl. II)

Le tronc et les grosses branches sont recouverts d'une écorce brun foncé, épaisse, non fendillée, à cassure grossièrement fibreuse. Ces écorces sont assez dures, quoique le bois soit relativement léger. Sur les jeunes rameaux elle est glabre, de couleur grise, et ne porte jamais d'aiguillons [1].

Parmi les écorces âgées, certaines possèdent des aiguillons puissants, d'autres n'en possèdent pas. Celles-ci ont une surface moins lisse que les précédentes, mais ne diffèrent en rien des premières au point de vue anatomique.

Ces aiguillons sont en assez grand nombre et prennent une extension assez considérable. Ils procèdent du développement local d'un certain nombre de cellules subéreuses qui se divisent et prolifèrent ; la division de cette couche de multiplication est si active qu'il se forme une saillie conique vers l'extérieur, et que la subérification des éléments colore en brun. Je n'ai trouvé dans ces formations ni laticifères, ni faisceaux conducteurs. Le sommet de ces protubérances est formé uniquement de cellules subéreuses dont les parois épaisses se sont imprégnées de subérine, je n'y ai point rencontré de sclérites; par contre la base de l'aiguillon renferme deux à trois assises

1. Je leur donne le nom d'*aiguillons*, car ces émergences répondent absolument à la description qu'en fait Van Tieghem (*Traité de botanique*, t. I, pages 69 et suivantes).

de liège scléreux formant une zone presque continue. Ce liège scléreux (fig. 21) avait été signalé par Moeller [1], mais n'avait

Fig. 21. — Liège scléreux *sc* (Gr. 400).

pas été retrouvé par Pax [2]. J'ai cru utile de le figurer ici. Je ne l'ai retrouvé que dans les écorces très âgées, c'est ce qui explique les divergences d'opinion des auteurs à cet égard. Bien souvent, l'écorce secondaire refoulée par le cambium, s'insinue en partie dans l'aiguillon.

Tout autour des ces protubérances et à leur base, existe un bourrelet formé uniquement par les cellules subéreuses. Un grand nombre de sclérites se trouve à la base de ces formations; néanmoins ces aiguillons, avec leurs bourrelets, se détachent facilement de l'écorce par une faible pression.

Dans la partie supérieure de l'écorce, j'ai rencontré des amas nombreux et développés de cellules scléreuses très canaliculées; quelques-unes étaient isolées. L'oxalate de calcium se trouve répandu en abondance dans cette zone, mais, par contre, on y trouve peu de laticifères et jamais de fibres.

Dans la partie interne de l'écorce, c'est-à-dire dans la zone libérienne, les sclérites ne se rencontrent point, on y trouve au contraire un grand nombre de fibres, groupées par deux ou par trois. La membrane de ces fibres montre deux zones : une externe très nette et colorée en rouge par la fuchsine ammoniacale, laissant apercevoir ses épaississements successifs, et une interne qui reste colorée en jaune clair. Dans cette dernière région, l'amidon et les laticifères se trouvent en

1. J. Moeller, *loc. cit.*, pp. 295-296-297.
2. F. Pax, *loc. cit.*, page 396.

abondance. Les rayons médullaires sont formés par une seule rangée de cellules, allongées radialement.

L'écorce d'*Hura brasiliensis* ne diffère en rien de la précédente, et il est bien difficile, d'après cet examen, de distinguer les deux espèces sous le microscope. Ici encore, les fibres très longues se trouvent dans la partie libérienne qui renferme un parenchyme délicat. Ces rayons médullaires sont unisériés, et le liège renferme des assises scléreuses comme dans la première espèce.

Moeller [1] signale la présence de liège scléreux dans *Eluteria*. Pax [2] dans *Agrostistachis*, Gaucher [3] dans *Antidesma Menasu* et *A. Ghaisembilla*. Nous n'avons pu constater la présence de cellules subéreuses plus ou moins sclérifiées que dans le genre *Stillingia*.

FEUILLES

Elles sont alternes, longuement pétiolées, stipulées, penninerves, dentelées et glanduleuses sur les bords (fig. 22). Au point de rencontre du sommet du pétiole avec la face supérieure du limbe se trouvent deux petites glandes orbiculaires, très rapprochées l'une de l'autre (fig. 22 *g*).

De nombreuses lenticelles se développent sur le pétiole. Le limbe très large, arrondi en forme de cœur à la base, est plus ou moins acuminé au sommet. Ses bords sont finement découpés. La nervure médiane est très prononcée ; les latérales moins marquées s'anastomosent avant d'arriver aux bords de la feuille.

Dans les jeunes rameaux, nous avons rencontré, sur la partie ventrale des feuilles, de nombreux poils, disposés en touffe à la jonction du pétiole et du limbe. Ces poils suivent les nervures, et leur nombre va en décroissant de la base au sommet

1. J. Moeller, *loc. cit.*, page 295.
2. F. Pax, *id.*, page 398.
3. L. Gaucher, *id.*, page 173.

du limbe. Ils se localisent surtout à la naissance de la nervure médiane.

Ces poils sont très longs, unisériés et renferment un protoplasma granuleux ; leur durée est éphémère. Très nombreux dans les feuilles jeunes, ils deviennent plus rares aussitôt que celles-ci sont développées ; le protoplasma est alors devenu

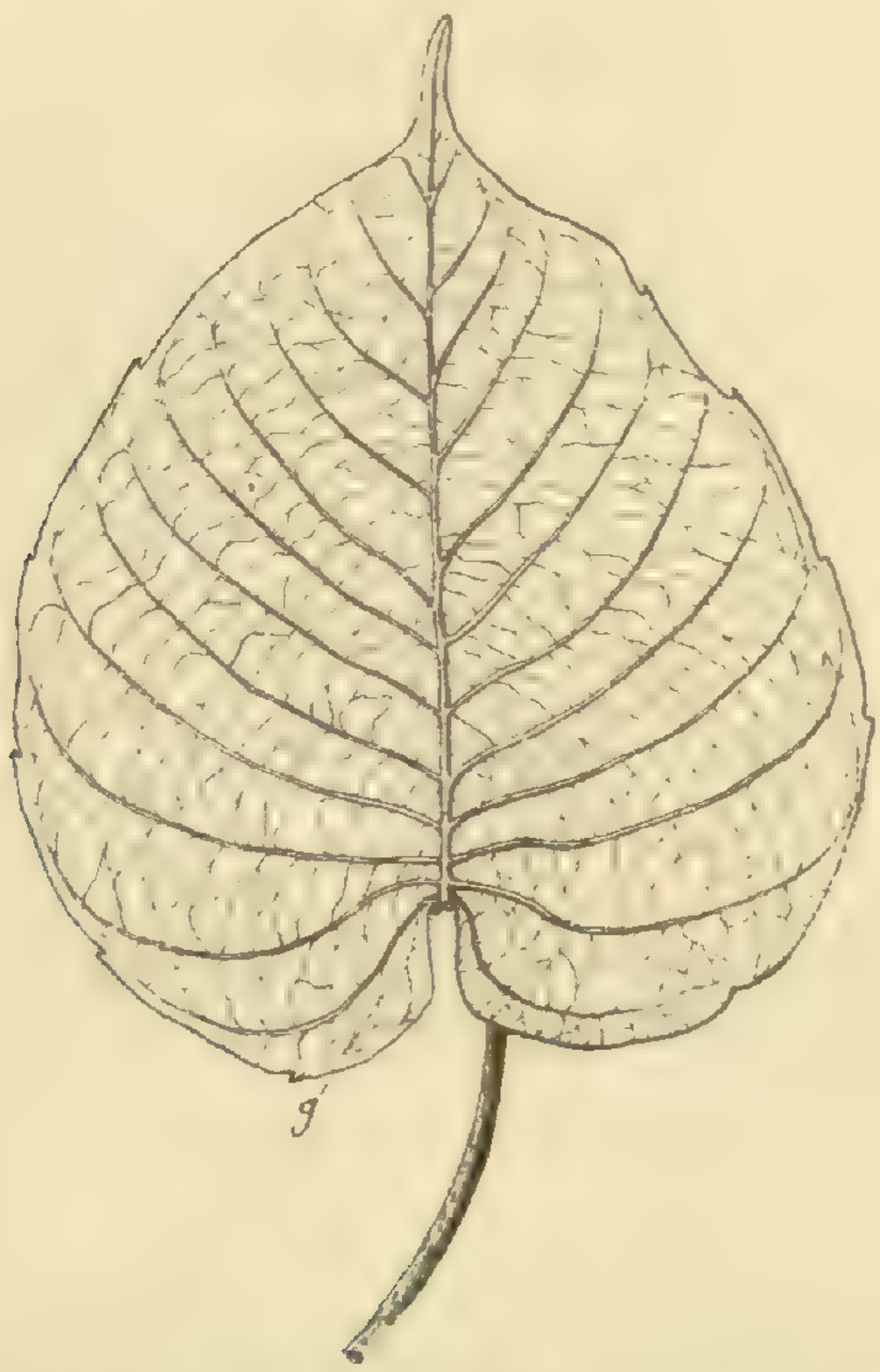


FIG. 22. — Feuille d'*Hura crepitans* (réduction de moitié) *g*, glandes.

moins dense, quelquefois même a disparu. Enfin dans les feuilles âgées ces organes sont tombés sans laisser de trace.

Les stipules, qui sont foliacées, sont entièrement développées dans le bourgeon et protégent ainsi les jeunes feuilles dont elles dépendent. Ces stipules sont caduques et tombent peu après l'épanouissement des feuilles, en laissant sur la tige de légères cicatrices subérifiées (voir fig. 48 c).

Outre les stipules nettement caractérisées, le bourgeon est aussi protégé par des écailles qui l'enveloppent étroitement.

PÉTIOLE (fig. 23). — L'anatomie de cet organe est toute différente suivant l'endroit considéré. Mou et renflé à la base

il prend plus haut une forme cylindrique ; et devient rigide sur toute sa longueur; il se renfle de nouveau légèrement au sommet. Nous désignerons ces trois parties par les lettres A, B et C.

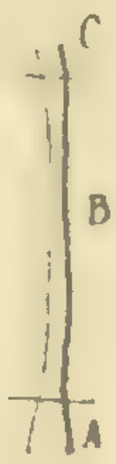


Fig. 23. — Pétiole.

Nous allons étudier sommairement cet organe dans sa partie moyenne (B); nous décrirons ensuite plus en détail sa structure intime dans chacune des trois parties considérées.

Coupe en B (fig. de 24 à 28, et fig. 30). — L'épiderme est formé de cellules rectangulaires (fig. 25). L'assise sous-épidermique est riche en oxalate de calcium. Comme dans la

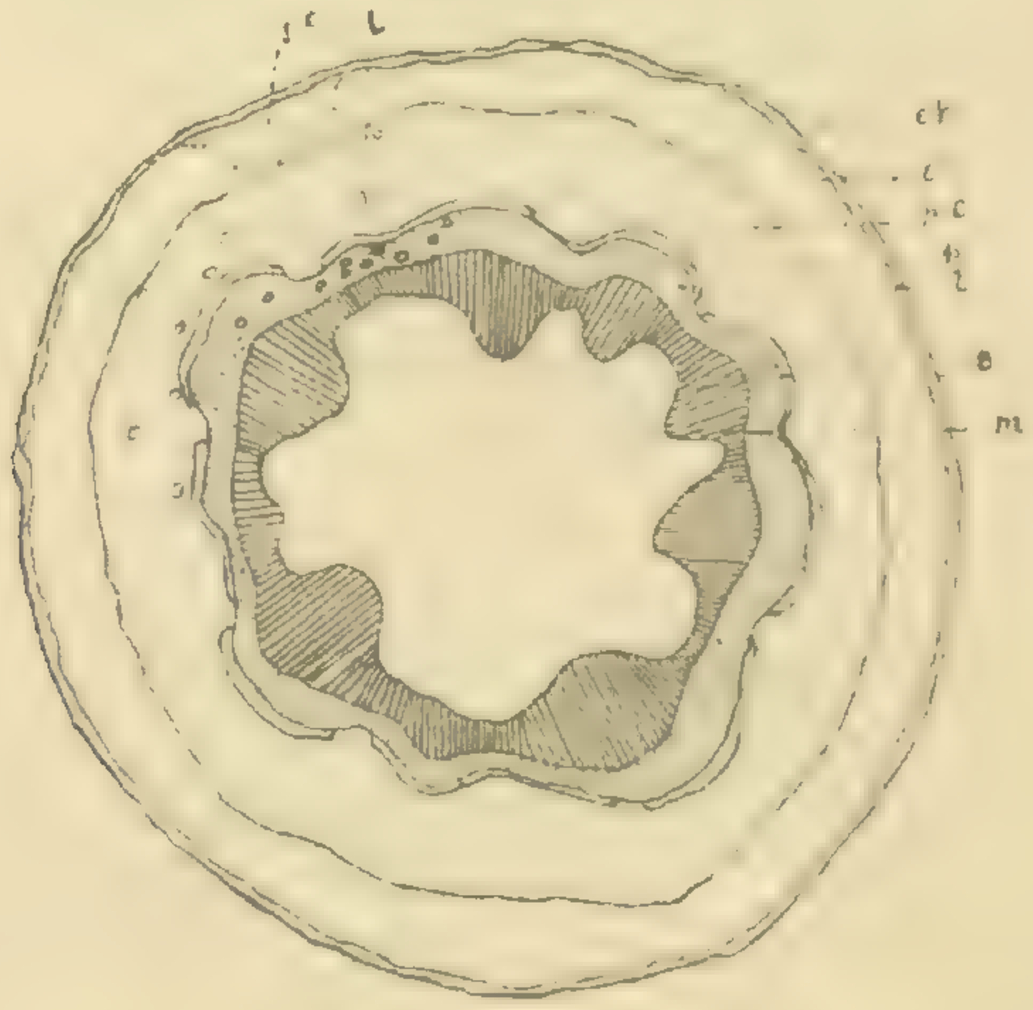


Fig. 24. — *ep*, épiderme; *c*, collenchyme; *pc*, parenchyme; *p*, péricycle; *l*, liber; B, bois; *m*, moelle; *L*, laticifères; *sc*, sclérification (Gr. 27).

tige, la zone collenchymateuse forme un anneau continu; toutefois, les cellules qui la constituent (fig. 26) sont ici plus petites, et leurs parois sont un peu plus épaisses.

Le parenchyme cortical (fig. 27) est formé de cellules irrégulièrement ovales, avec méats. Les laticifères sont nombreux, surtout près du liber ; leur section est plus ou moins irrégu-

FIG. 25. — *ep*, épiderme (Gr. 320).

FIG. 26. — *c*, collenchyme (Gr. 320).

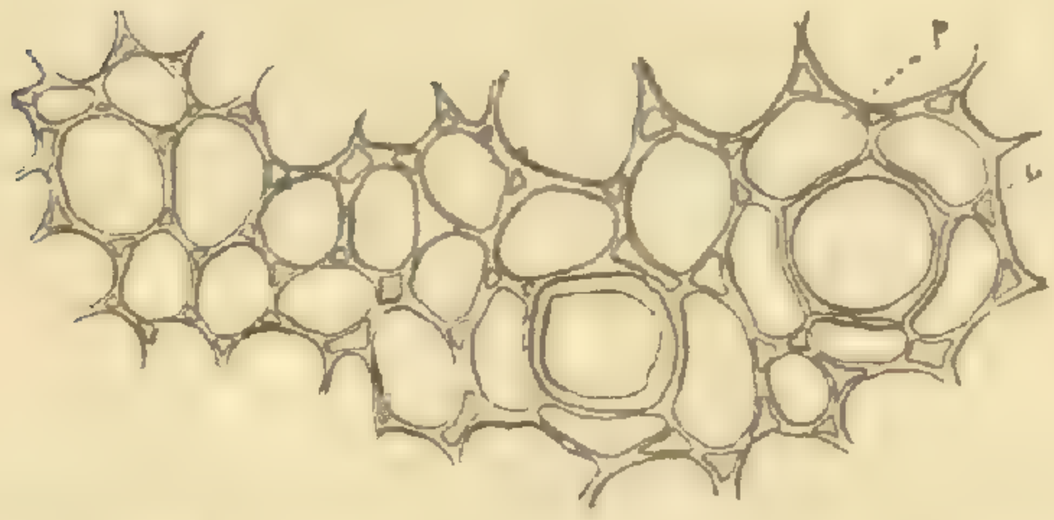


FIG. 27. — *p*, cellules parenchymateuses ; L, laticifères (Gr. 160).

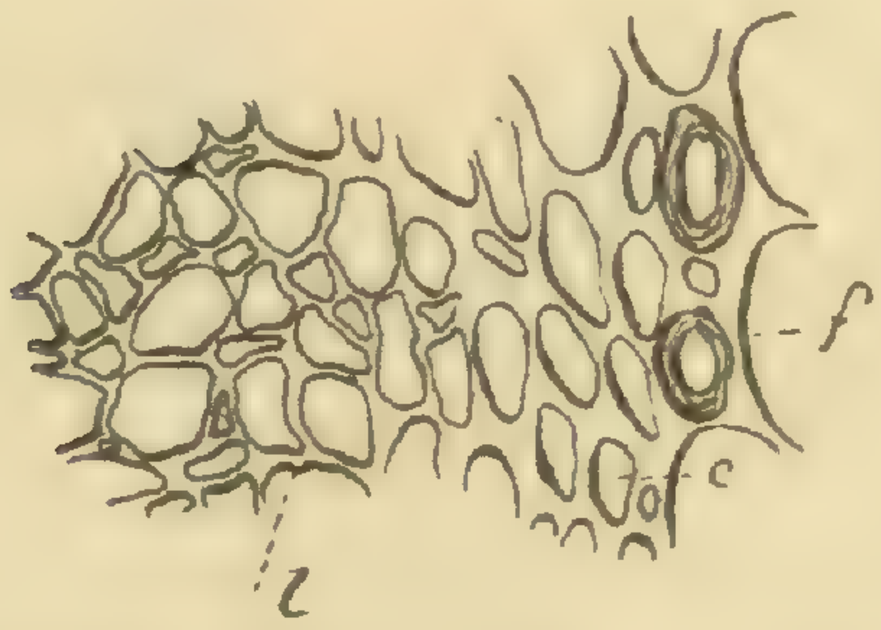


FIG. 28. — *f*, fibres péricycliques ; *c*, collenchyme péricyclique ; *l*, liber (Gr. 320).

lière, quelquefois de forme ovale, mais bien souvent aussi polygonales, suivant la pression qu'exercent sur eux les cellules voisines.

Le péricycle est fibreux dans la partie externe (fig. 28), légèrement collenchymateux à l'intérieur.

Le liber est constitué par des cellules à parois nacrées et brillantes, montrant parfois des fibres isolées ou réunies par groupes de deux ou de trois ; on y trouve aussi des laticifères.

Le bois forme un anneau continu, avec vaisseaux et parenchyme ligneux à large lumen ; le parenchyme ligneux est assez peu développé.

La moelle est formée de cellules irrégulières et à parois minces, avec méats.

Coupe en A (à la base du pétiole) (fig. 23 A et 29[1, 2, 3]). — Le péricycle est formé par plusieurs rangées de cellules collenchymateuses, disposées par îlots, correspondant à chacun des faisceaux libéro-ligneux qui sont ici distincts (fig. 29 *pc*). Les rayons médullaires, très développés et à plusieurs rangées de cellules, s'élargissent bien souvent vers l'extérieur où un amas de cellules libériennes apparaît quelquefois (fig. 29[1] *a*).

Sur le pourtour de la moelle et en face les faisceaux, des cellules collenchymateuses ayant parfois un contenu granuleux, et assez semblables aux éléments du liber, se montrent en amas (fig. 29 *cm*). Toutefois ces cellules sont polygonales, assez irrégulières, et ne peuvent être identifiées complètement avec les cellules libériennes.

Des coupes faites en série, à partir de A, nous ont montré que les vaisseaux constitutifs de l'anneau libéro-ligneux se resserrent de plus en plus (Fig. 29[1], [2] et [3]). Le péricycle entièrement collenchymateux montre quelques fibres dans sa partie externe (fig. 29[3] *f*), et une partie du collenchyme médullaire signalé précédemment se lignifie (fig. 27[3] r).

Dès qu'on arrive en B (fig. 30), ainsi que nous l'avons vu plus haut (fig. 24), l'anneau libéro-ligneux est continu, l'assise péricyclique externe devient fibreuse (fig. 30 *pf*) et le collenchyme médullaire se lignifie en totalité. Dans cette partie du pétiole, une sclérification du parenchyme cortical se produit (fig. 30 et 24, *sc*) ; tantôt des fuseaux scléreux sont situés seulement dans le collenchyme, d'autres fois dans le

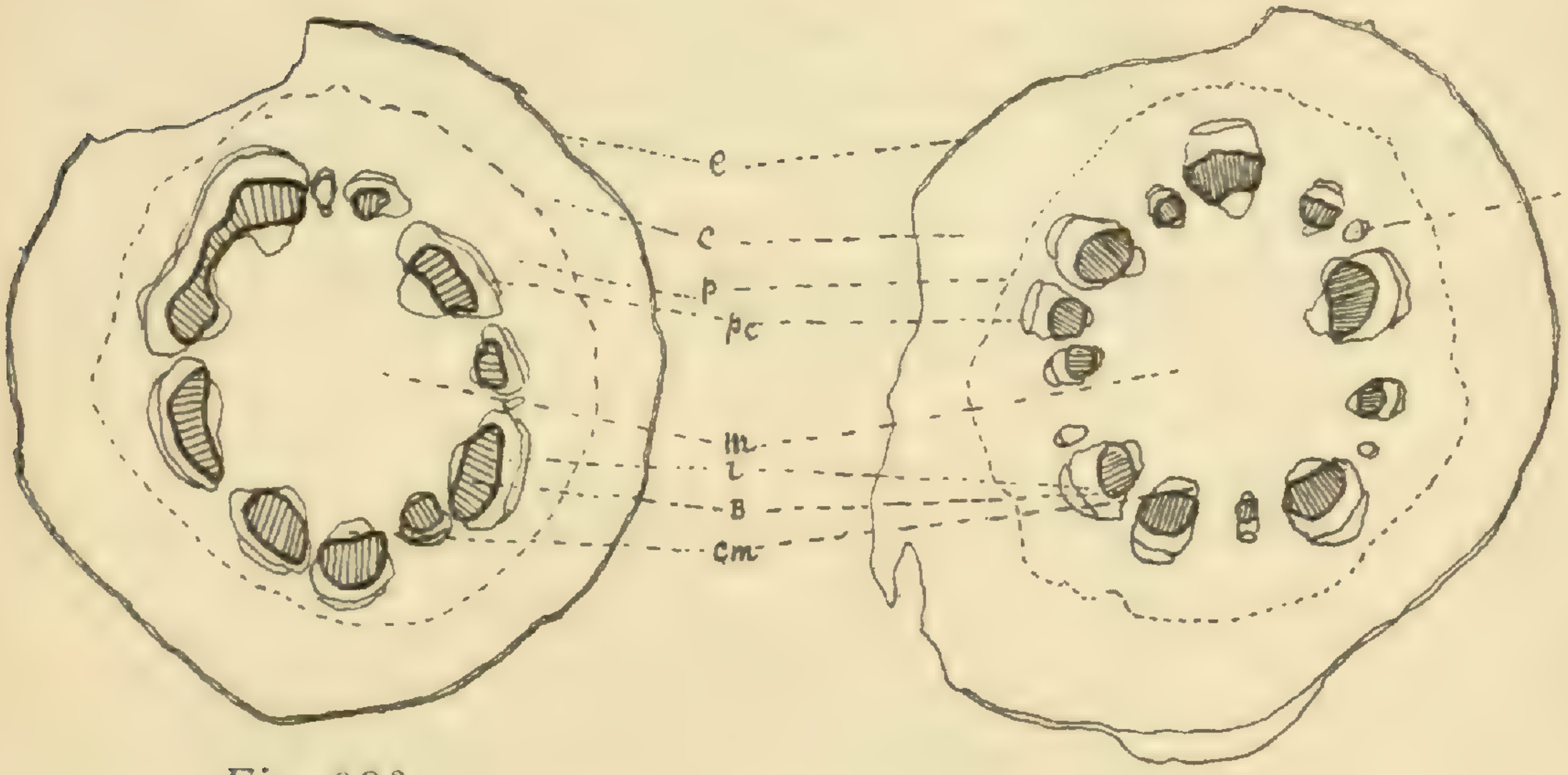


Fig. 29²

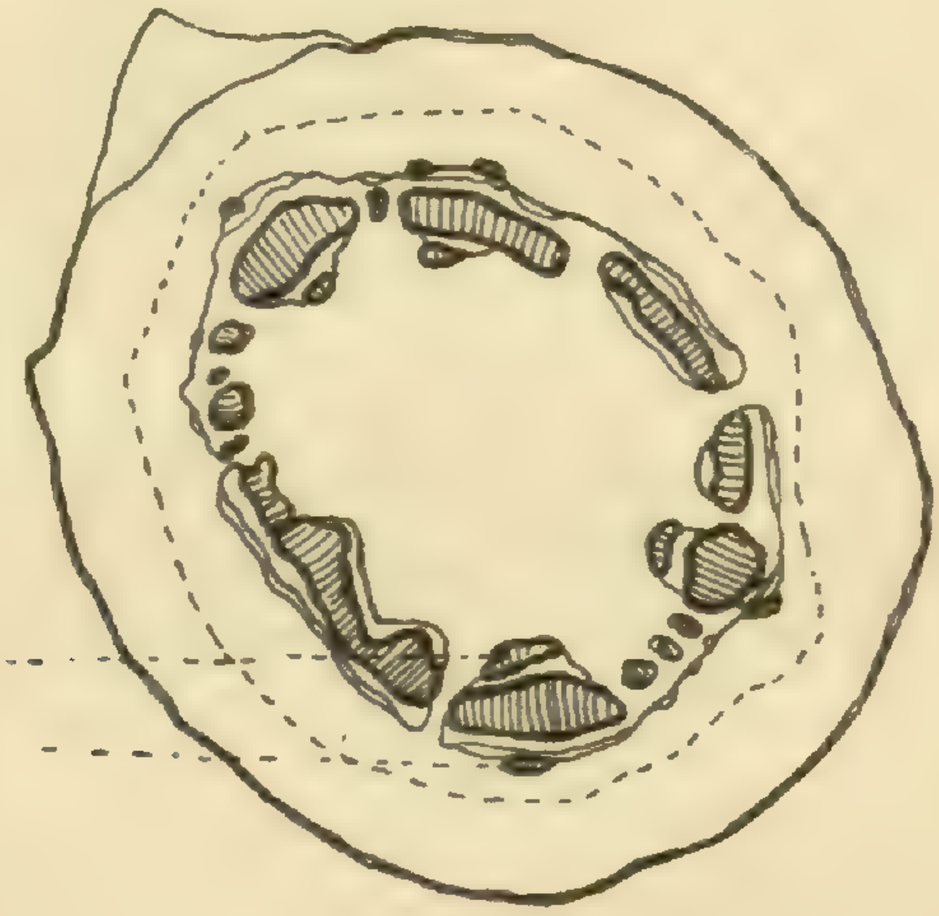


Fig. 29³

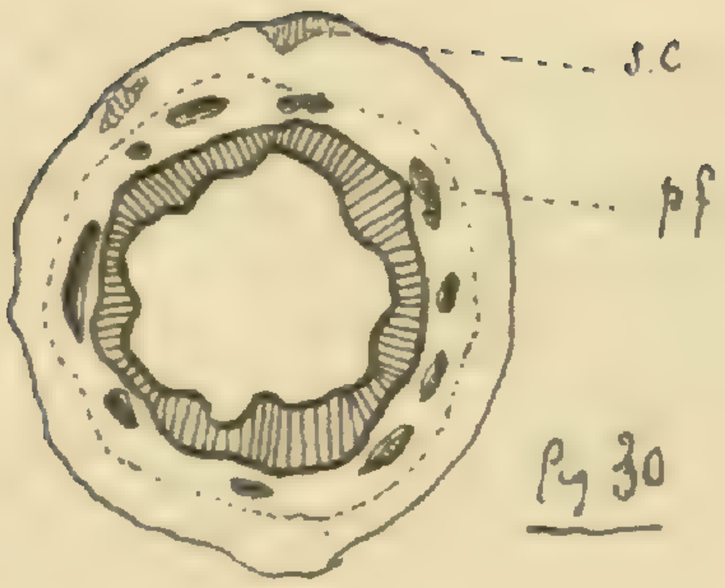


Fig. 31

FIG. 29-30-31. — *e*, épiderme; *c*, collenchyme; *p*, parenchyme; *pc*, péricycle collenchymateux; *l*, liber; B, bois; *cm*, collenchyme médullaire; *m*, moelle; *f*, fibres péricycliques; *sc*, sclérenchyme; *pf*, péricycle fibreux; ***a*, amas de cellules libériennes; *r*, moelle lignifiée** (Gr. 18).

liber, mais bien souvent aussi dans toute l'écorce ; il existe ainsi alors de véritables fibres libériennes.

Coupe en C (fig. 23, fig. 31). — Enfin, la structure anatomique du sommet du pétiole est en tous points identique à celle de la base : péricycle entièrement collenchymateux, rayons médullaires développés et non lignifiés avec nombreux laticifères, tissu collenchymateux interne en face les faisceaux redevenus distincts, jamais de sclérification diffuse dans l'écorce. Il n'est pas rare non plus d'observer, dans ces coupes, des régions où le collenchyme de l'écorce arrive presque jusqu'au liber ; il est même assez fréquent de rencontrer des amas collenchymateux assez nombreux dans le parenchyme cortical proprement dit.

Glandes. — A l'insertion du limbe foliaire, se trouvent deux glandes (Fig. 32). Celles-ci possèdent un épiderme légèrement

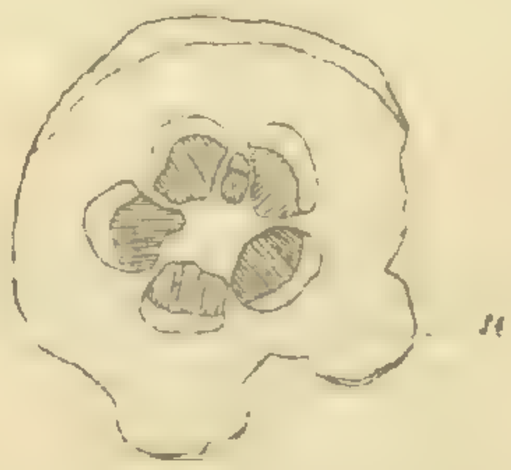


FIG. 32. — *gl*, glandes (Gr. 9).

cutinisé, et montrent, comme le pétiole, trois à quatre assises de cellules collenchymateuses. D'autres cellules parenchymateuses, plus ou moins allongées radialement. forment le tissu principal de ces organes (fig. 33 et 33 *bis*) qui renferment en

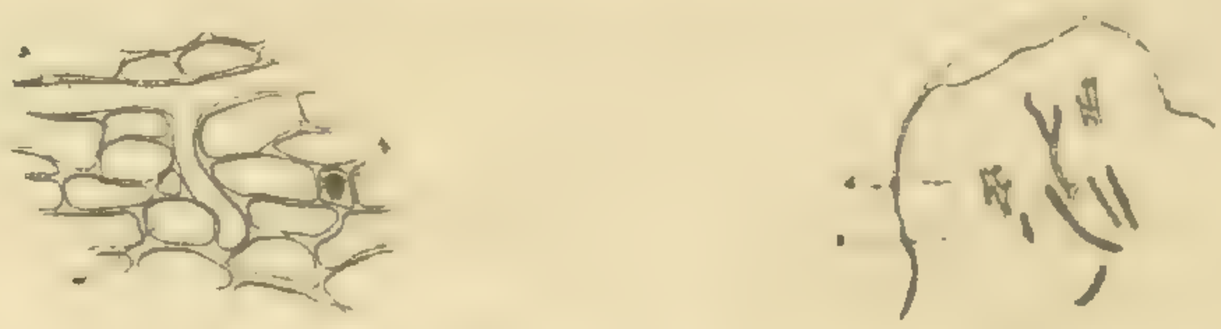


FIG. 33 et 33 *bis*. — L, laticifères; *p*, parenchyme; B, vaisseaux du bois; *m*, mâcles d'oxalate de chaux (Gr. 12 et 80).

outre des ramifications des vaisseaux provenant du pétiole, et des troncs de laticifères très ramifiés, terminés en tubes

aveugles, et s'insinuant entre les cellules. On trouve du sucre dans ces organes, surtout à leur sommet, et les laticifères en sont chargés.

LIMBE

Etude des épidermes. — L'épiderme supérieur (fig. 34) est formé par des cellules polygonales, à noyaux très visibles.

Fig. 34. — *c*, cellules de l'épiderme supérieur; *st*, stomates (Gr. 160).

Les stomates sont peu nombreux. Ils sont accompagnés chacun par deux cellules accessoires parallèles à l'ostiole.

L'*épiderme inférieur* (fig. 35) dont les cellules sont sem-

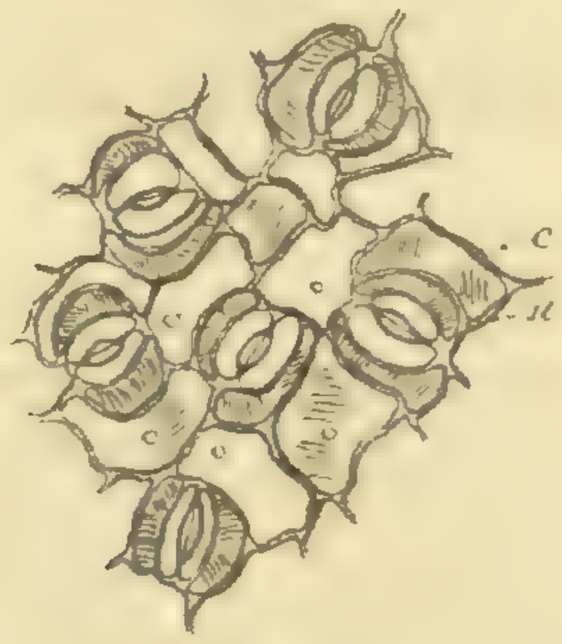


Fig. 35. — *c*, cellules de l'épiderme inférieur la plupart striées; *st*, stomates (Gr. 160).

blables comme forme à celles de l'épiderme supérieur, peut-être un peu plus sinueuses, renferme des stomates nombreux, ayant également deux cellules accessoires parallèles à l'ostiole. Ces éléments épidermiques sont striés. Ces stries existent sur toutes les feuilles; elles sont surtout très accusées dans les feuilles âgées.

Après macération des fragments d'épiderme dans l'alcool absolu, qui est un déshydratant par excellence, les stries ont totalement disparu. Cette striation est formée de zones réfrin-

gentes, séparées par des zones sombres. Cette disparition par l'alcool fort est due à des alternatives dans la proportion de l'eau de constitution de la cellulose, alternatives qui produisent des différences dans la densité et dans la réfringence des diverses couches.

Nervures (fig. 36). — L'épiderme, cutinisé comme dans tous les autres organes, avec des cellules plus ou moins

FIG. 36. — *t*, tissu en palissade; *e*, épiderme : *c*, collenchyme; *sc*, sclérenchyme; *p*, péricycle fibreux; B, bois; *m*, moelle : *f*, petits faisceaux; L, laticifères (Gr. 160).

arrondies, renferme des mâcles d'oxalate de calcium ; l'assise sous-épidermique en contient en grande quantité. L'épiderme inférieur porte seul des poils unicellulaires. Le collenchyme est formé de trois à quatre assises de cellules ; il est plus étendu dans la partie inférieure de la nervure (fig. 36 *c*). Le parenchyme renferme des laticifères bien développés.

Une sclérification de l'écorce se produit comme dans la partie moyenne du pétiole (fig. 36 *sc*). Cette sclérification intéresse généralement la partie saillante dorsale de la nervure.

Le péricycle fibreux est bien plus développé que dans le pétiole. Il est formé d'éléments plus grands, et se colorant plus vivement par la fuchsine ammoniacale.

Le système libéro-ligneux est composé de faisceaux disposés en un arc fermé. Le liber renferme des cellules irrégu-

lières avec des laticifères et quelques fibres. Les faisceaux ligneux, formés de fibres et de vaisseaux groupés par deux, trois, quatre ou cinq, et non pas *deux au plus*, comme l'indique Herbert[1], sont généralement disposés suivant une ligne courbe fermée, parallèle aux deux faces épidermiques.

Le tissu collenchymateux médullaire, indiqué dans le pétiole, s'est ici lignifié, et la moelle est formée de cellules polygonales.

Herbert[2] indique que les plus grosses nervures sont accompagnées en dessus et en dessous par du sclérenchyme, et que ce dernier entoure tout à fait les petites. Sur les nombreux échantillons en notre possession, nous avons observé qu'une sclérification diffuse se produisait principalement au bas de la nervure, encore ce fait n'était-il pas général, et nous pourrions faire la même observation au sujet des petites nervures. Seul, le péricycle fibreux parvient quelquefois, dans ce cas, à entourer d'un cercle complet l'anneau libéro-ligneux.

Mésophylle (fig. 37 et 38). — Il est d'ordinaire bifacial, avec une seule assise de cellules palissadiques, ou deux ; on doit y signaler aussi la présence fréquente de cristaux d'oxalate de calcium, disposés en séries dans les cellules de l'épiderme et quelquefois dans le tissu palissadique et dans le tissu lacuneux.

La structure centrique ne se rencontre pas toujours, comme semble l'indiquer Herbert[3] ; bien souvent l'assise palissadique inférieure manque ; celle-ci, d'ailleurs, est toujours moins développée que dans la zone supérieure. Les éléments palissadiformes sont plus courts, et s'étendent moins avant dans la nervure principale que les autres.

Stipules. — *Structure anatomique.* — La face dorsale possède des poils uni et pluricellulaires. L'épiderme est formé de cellules rectangulaires, à contours arrondis, il est

1. Herbert, *Anatomische Untersuchung von Blatt und Axe der Hypomaneen* ; München, 1897, p. 61 et 62.
2. *Loc. cit.*, p. 61.
3. *Ibid.*, p. 6.

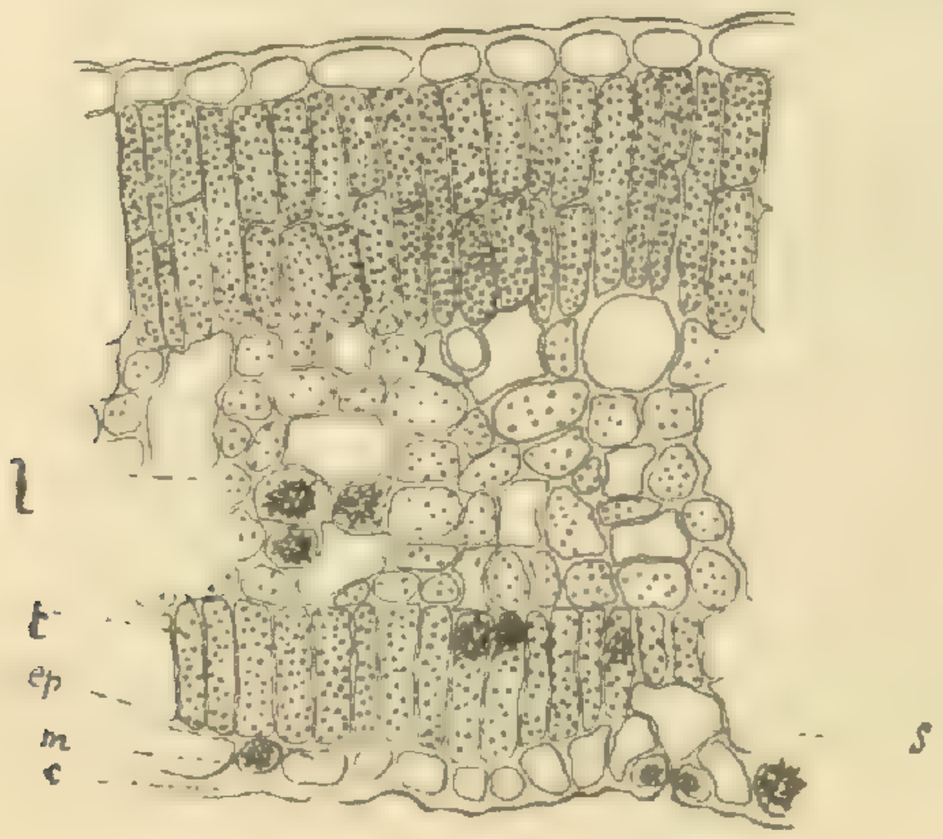


FIG. 37. — *c*, cuticule; *m*, mâcle d'oxalate de calcium; *ep*, épiderme inférieur; *l*, tissu lacuneux; *s*, stomate (Gr. 175).

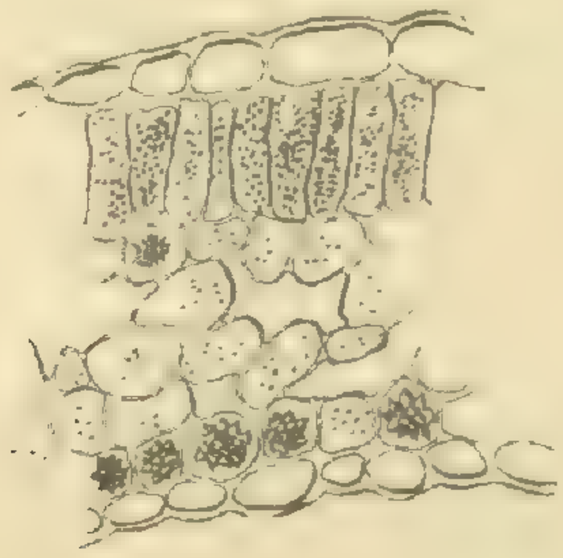


FIG. 38 (Gr. 160).

protégé par une cuticule mince et peu apparente. Sur la face dorsale se trouvent une ou plusieurs rangées de cellules ressemblant à celles du tissu palissadique, mais contenant peu de chlorophylle ; au-dessous existe une région à cellules plus ou moins arrondies, montrant des lacunes : cette partie-là renferme des faisceaux libéro-ligneux. L'épiderme inférieur a les mêmes caractères que l'épiderme supérieur, mais il ne possède pas de poils ni de stomates comme ce dernier, et il est en contact avec de nombreuses ramifications des laticifères.

ÉCAILLES (FIG. 39).

Sans vouloir rien préjuger sur leur nature, nous donnerons simplement leurs caractères.

Elles sont remarquables par leur épiderme supérieur recouvert de nombreux poils dont le but est de protéger le point végétatif de l'axe contre les causes extérieures nuisibles. Ces poils sont habituellement simples et pluricellulaires, rarement

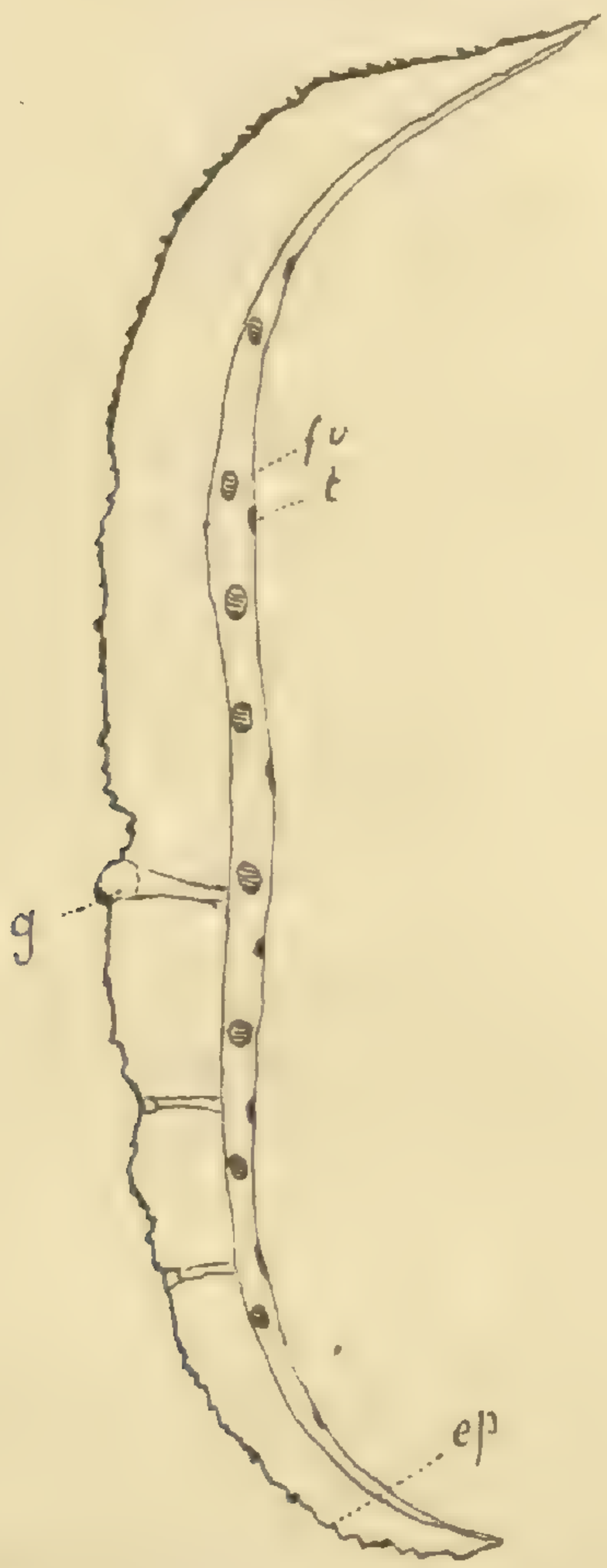


FIG. 39. — *Écaille foliaire* : *g*, glande; *fl*, faisceaux libéro-ligneux ; *t*, tannin ; *ep*, épiderme supérieur (Gr. 18).

composés. Bien souvent, deux cellules épidermiques concourent à la formation d'un même poil ; ordinairement il est constitué par une cellule unique. Au-dessous de cet épiderme se trouvent plusieurs assises de cellules allongées radialement ; dans la partie inférieure au contraire, les éléments sont aplatis et collenchymateux ; c'est dans cette région qu'on rencontre des faisceaux libéro-ligneux et de nombreux laticifères très développés ; ceux-ci se ramifient en tous sens, et certaines de leurs

ramifications, s'insinuant à travers les cellules, viennent se mettre en contact avec l'épiderme supérieur. Cet épiderme supérieur est rempli d'une substance jaunâtre, analogue au latex.

On rencontre fréquemment aussi des amas noirâtres de nature tannique, localisés dans la région inférieure de l'écaille (fig. 39 *t*). L'oxalate de calcium abonde dans le parenchyme. Comme dans la jeune tige, des appareils glanduleux, que nous décrirons plus loin, se trouvent localisés sous l'épiderme supérieur.

Tissu sécréteur. — *Laticifères.* — Les membranes de ces appareils, minces au début de leur développement, deviennent ensuite remarquables par leur épaisseur.

Composition de la membrane. — Après macération, pendant quatre jours, des coupes dans la liqueur de Schweizer fraîche, renouvelée toutes les vingt-quatre heures, après leur lavage à l'acide acétique, ensuite à l'eau distillée, la cellulose des parenchymes corticaux et médullaires a totalement disparu. Seule la cellulose du collenchyme n'a été dissoute qu'en partie. La membrane des laticifères est demeurée intacte par ce traitement, ou s'est seulement plissée légèrement par suite de la pression des cellules voisines (fig. 40).

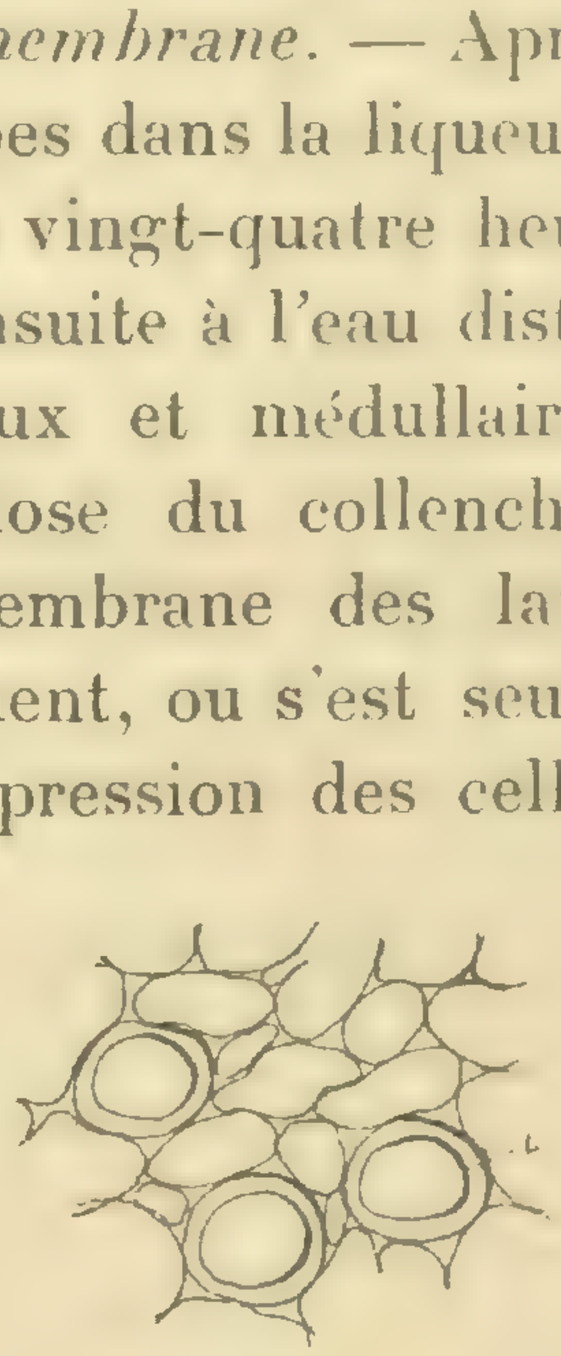


FIG. 40. — L, laticifères (Gr. 175).

Une partie des coupes a été traitée par le bleu de méthylène, une autre partie par le rouge de Ruthénium en solution très étendue, et enfin une dernière partie par la safranine.

Toutes ces substances colorent les composés pectiques avec des tonalités diverses, le bleu donnant une coloration fugace, le rouge de Ruthénium et la safranine donnant une teinte plus persistante. Ces trois colorants mettent admirablement

en évidence la pectose dans les membranes des laticifères. Même après plusieurs mois, des membranes colorées par la safranine ont conservé leur coloration absolument inaltérée.

Les laticifères sont inarticulés et très ramifiés ; ils renferment des grains d'amidon en forme d'os longs ; leur contenu est d'ailleurs variable. Tantôt grumeleux, tantôt plus homogène, ce contenu devient vert-jaunâtre par la lessive de Javelle ; ces vaisseaux sont quelquefois vidés accidentellement.

De Bary [1], Haberlandt [2], Pax [3] et Gaucher [4] ont étudié leur course dans la tige et la feuille des Euphorbiacées.

Dans l'*Hura* nous les avons observés assez sommairement.

Ils sont répandus à peu près partout, sauf dans le bois. Les assises sus-libériennes contiennent les plus beaux troncs. Ils suivent généralement les nervures et ne s'anastomosent jamais ; ils s'insinuent entre les cellules et se terminent en tubes aveugles. Quelques-unes de leurs branches traversent le collenchyme de l'écorce, et vont se mettre en contact avec les cellules épidermiques. Nous les avons retrouvés dans le tissu palissadique, venant se mettre au contact du tissu chlorophyllien.

Mais nous avons été surtout frappé de ce fait, que partout où le tissu ligneux était peu développé, les laticifères existaient en grande quantité. L'examen d'une tige primaire et d'une tige secondaire le démontre péremptoirement. D'ailleurs, nos observations ne se sont point bornées à l'étude de ce seul organe. L'anatomie du pédoncule floral et du pétiole nous a montré qu'il semblait exister une sorte de balancement entre le développement du tissu ligneux et celui des vaisseaux laticifères.

Enfin, la présence dans les vaisseaux du bois d'une substance analogue au latex, nous amène à conclure, avec les auteurs cités plus haut, que les laticifères seraient surtout destinés à l'assimilation.

1. De Barry, *Veryleichende Anatomie der Vegetationsorgane.*
2. Haberlandt, *Zur physiologischen Anatomie der Milchröhren.*
3. Pax, *loc. cit.*
4. L. Gaucher, *loc. cit.*

Indépendamment des laticifères, nous avons retrouvé des séries de cellules à large lumen (53 μ), signalées par Herbert[1], à parois épaisses, quelque peu allongées suivant l'axe, situées de chaque côté de l'anneau de renforcement, et qui renferment des granulations brunes de nature tannique.

Dans les tissus parenchymateux et corticaux du pétiole et de la tige, on rencontre des nodules sphériques signalés par ces auteurs (fig. 41). Ils paraissent situés au centre

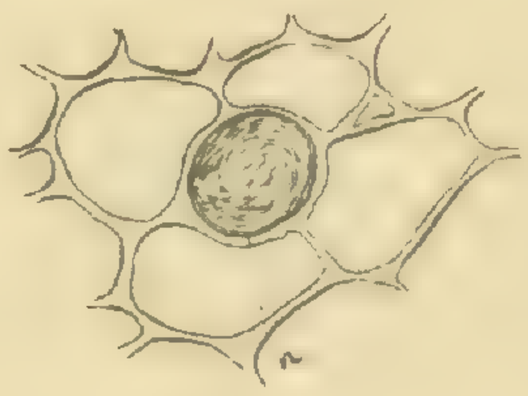


Fig. 41. — *n*, nodule sphérique (Gr. 175).

d'une cellule, et ont un contenu tannoïde. La teinture d'Orcanette ne donne avec eux aucune réaction, et l'éther ne les dissout pas. La liqueur de Fehling les colore en jaune brun et la fuchsine ammoniacale en rouge orangé. Par la liqueur de Labarraque ils deviennent jaune clair.

Poches sécrétrices. — Des glandes apparaissent nettement dans la jeune tige et dans les écailles foliaires. Elles naissent par voie lysigène, prenant leur origine dans la deuxième ou troisième assise hypodermique, et par leur structure et par leur forme, elles rappellent les organes de même nom des *Tilia*. Plus tard, elles sont situées directement sous l'épiderme assez fortement cuticularisé, lequel n'est lui-même jamais rejeté ni résorbé (fig. 42 et 43).

Au début de leur développement on voit cet épiderme se soulever, tandis qu'au-dessous, des cellules se résorbent, un vide se produit, et des traînées de cellules différenciées des tissus environnants semblent partir de ce point pour rayonner dans le parenchyme cortical.

1. Herbert, *loc. cit.*, page 62.

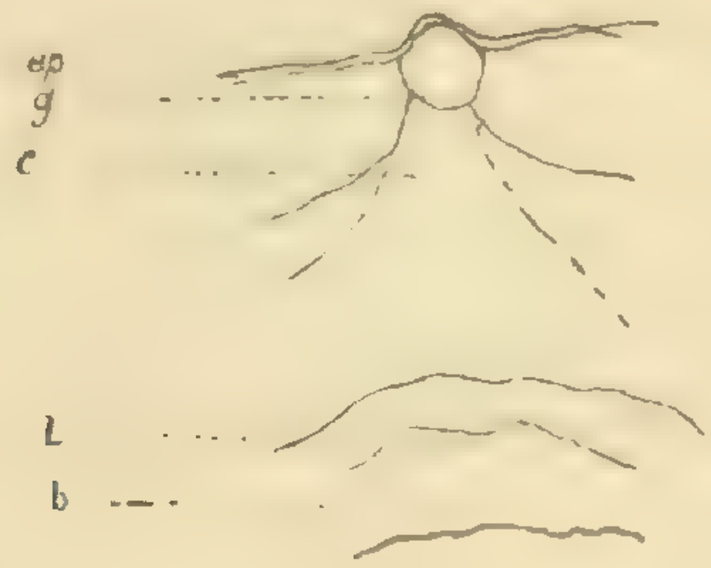


Fig. 42. — *ep*, épiderme ; *g*, glande ; *c*, cellules différenciées se ramifiant dans le parenchyme cortical ; *l*, liber ; *b*, bois (Gr. 23).

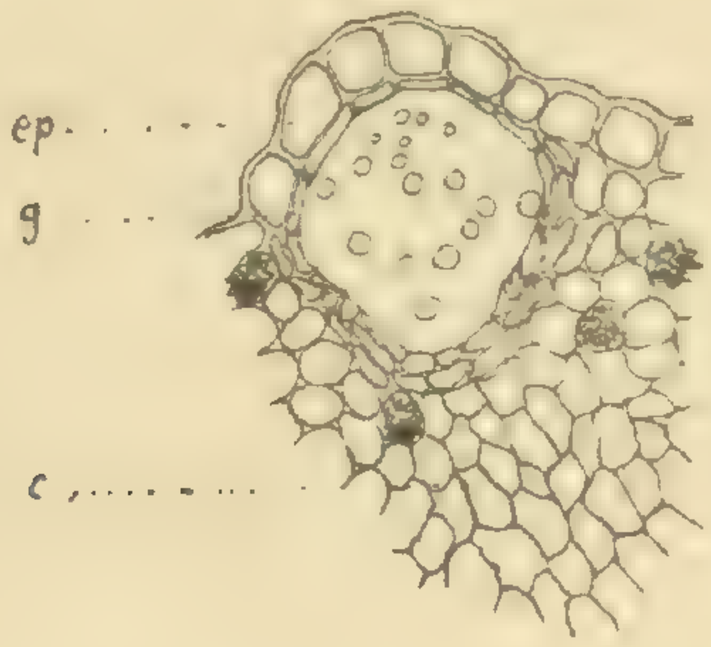


Fig. 43. — *ep*, épiderme ; *g*, glande ; *c*, cellules différenciées se ramifiant dans le parenchyme cortical (Gr. 120).

Autour de ce vide, apparaissent des cellules aplaties et glanduleuses, et des gouttes plus ou moins réfringentes se montrent dans la lacune centrale.

Comme ces organes sont assez rares, il nous a été impossible, par des coupes longitudinales, d'en déterminer plus rigoureusement la structure. Dans une même coupe on rencontre parfois deux ou trois poches sécrétrices alors que dans des séries de coupes voisines des organes semblables n'existent pas.

Pax [1] signale les mêmes faits dans *Cluitia hirsuta*, mais il les considère comme des particularités, car, dit-il, « non seulement, ils manquent aux autres espèces du même genre, mais encore, on ne les a jamais observés, d'ailleurs, chez d'autres Euphorbiacées. » L'étude de l'*Hura crepitans* semblerait donc mettre en doute cette affirmation.

1. F. Pax, *loc. cit.*, page 397.

Influence de la culture et du milieu.

L'examen anatomique de la plante croissant dans son pays d'origine (Antilles), et des pieds de la même espèce cultivés en serre, nous a permis d'étudier le degré de fixité des divers caractères anatomiques et les lois de leurs variations sur des individus croissant dans des conditions différentes. Nous étudierons également les lois de leurs variations sur un même individu, suivant l'âge et les parties considérées.

Dans l'arbre cultivé, peu développé, nous n'avons jamais rencontré de sclérification, et les fibres péricycliques sont moins apparentes que dans l'arbre croissant dans les colonies. Pax [1], au sujet des *Calletia*, pense que la culture n'exerce aucune influence sur la formation de ce tissu mécanique. Nous ne pouvons faire la même remarque au sujet de l'*Hura crepitans* ; en effet, il semblerait que dans ce dernier cas, le milieu étant uniforme, la période d'activité des éléments anatomiques est prolongée, tandis que dans des milieux variables, c'est-à-dire dans les plantes à l'état sauvage, sous l'influence d'incessantes et profondes perturbations, l'évolution est rapide et la sénilité précoce.

Dans l'arbre cultivé, également, les laticifères sont moins développés et le latex moins abondant.

Le pétiole est moins renflé à sa base que dans l'arbre croissant dans les colonies, et conserve sur toute sa longueur une section transversale sensiblement égale. Mais, comme dans la plante sauvage, il reste mou et collenchymateux à la base comme au sommet, permettant ainsi le mouvement d'oscillation des feuilles. Les deux glandes de la base du limbe sont moins développées.

Nous avons pu également, sur les arbres cultivés, suivre l'évolution des feuilles. Il se produit avec l'âge des variations dans la nature des tissus de la nervure, et des complications

1. F. Pax, *loc. cit.*, page 397.

dans l'arrangement de ses faisceaux libéro-ligneux (fig. 44 1-2-3-4) Les faisceaux, indépendants au début (fig. 44-1), se soudent et finissent par former un anneau complet (fig. 44-4

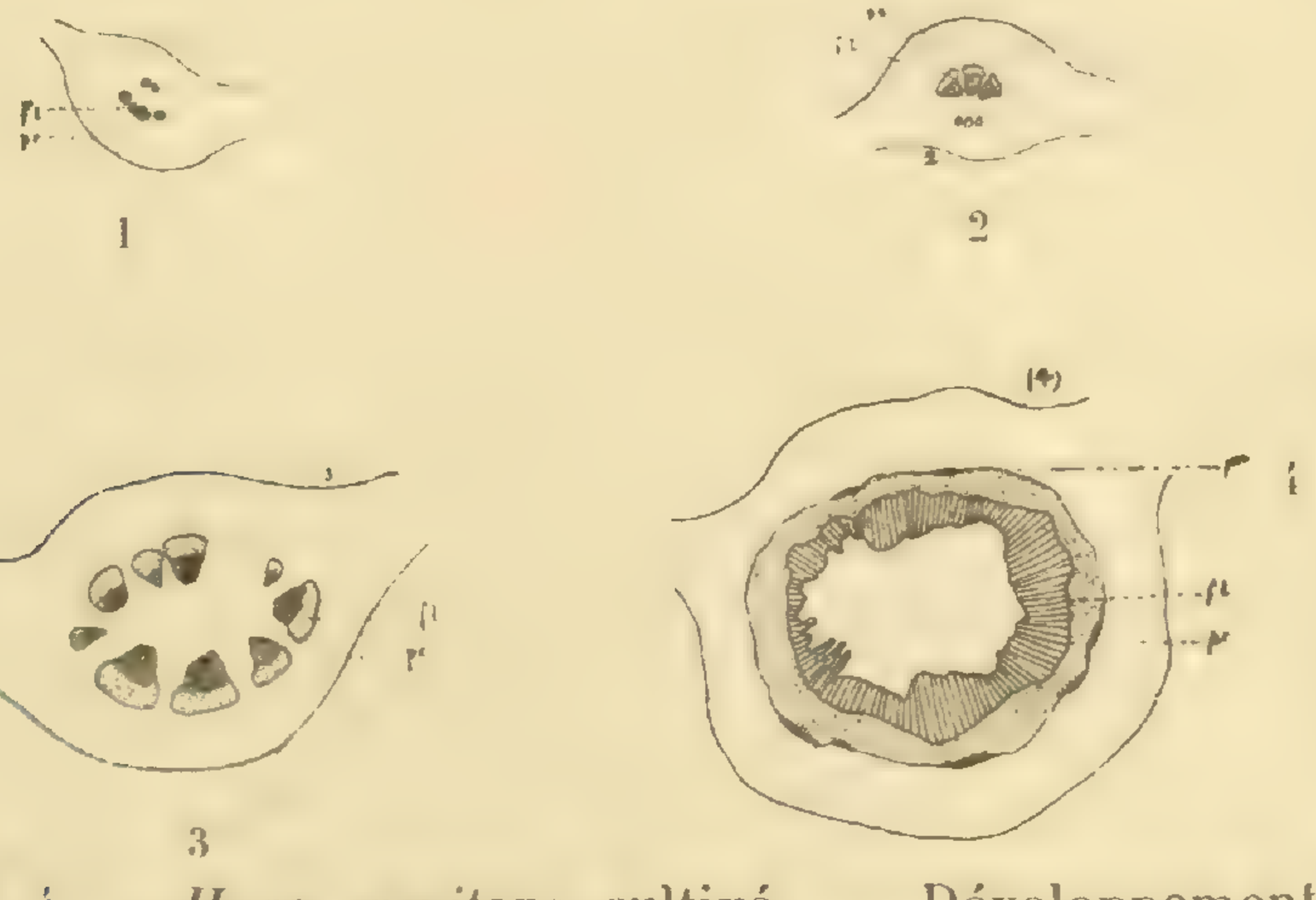


Fig. 44[1, 2, 3, 4]. — *Hura crepitans* cultivé. — Développement de la feuille (1, 2, 3. 4). — *pc*, parenchyme cortical ; *per*, péricycle fibreux ; *fl*, faisceaux libéro-ligneux (Gr. 20).

Le péricycle, collenchymateux dans les jeunes feuilles, porte des fibres dans les organes âgés. Ces fibres sont surtout nombreuses sur la face ventrale. Dans tous ces organes : pétiole, feuille, l'oxalate de calcium se localise non seulement dans l'assise sous-épidermique mais encore dans l'assise sus-péricyclique.

Le milieu étant uniforme, les écailles foliaires et la face ventrale des jeunes feuilles portent des poils en moins grande quantité que dans l'arbre des colonies. Chez ce dernier, la sclérification n'existe dans aucun tissu des jeunes organes, mais cependant les fibres péricycliques se montrent de bonne heure même dans la partie médiane du pétiole et dans les nervures de la feuille. Dans celle-ci nous avons rencontré toujours fermé l'anneau libéro-ligneux.

La sclérification se produit toujours au-dessus du bois, jamais dans la moelle. Elle intéresse habituellement le parenchyme cortical proprement dit, quelquefois le collenchyme, plus rarement le liber (fig. 45), parfois cependant les trois tissus ensemble.

Dans le collenchyme, la cellulose fait place tout simplement à un tissu mort, se colorant en rouge par la fuchsine ammoniacale ; mais on n'y rencontre jamais de canalicules. Par

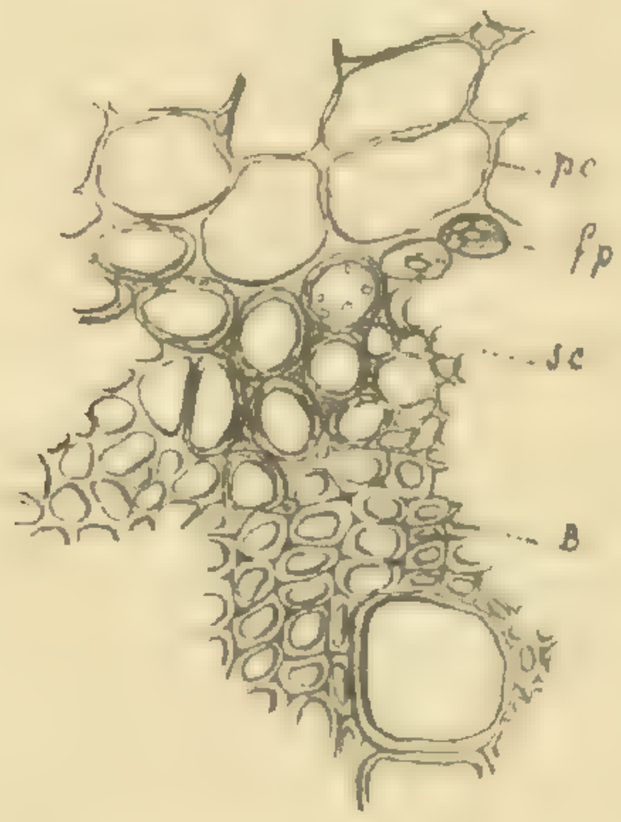


FIG. 45. — *pc*, parenchyme cortical ; *fp*, fibres péricycliques ; *sc*, sclérifications dans le liber ; B, bois (Gr. 200).

contre, la sclérification est intéressante à suivre dans le parenchyme cortical proprement dit. Sur les parois d'une ou de deux cellules (fig. 46), de la lignine se dépose ; immédiatement autour

FIG. 46. — Sclérification dans le parenchyme cortical (Gr. 200).

de ce centre les autres éléments se cloisonnent et à leur tour s'imprègnent de lignine. D'autres fois, plusieurs cellules résorbent leur paroi commune et, dans le vide ainsi formé, de nouvelles cloisons lignifiées apparaissent, et la sclérose se communique ainsi aux tissus environnants. Enfin, parfois, des cellules isolées se sclérifient (fig. 47), et il se forme sur leur paroi des bourrelets et de nombreux canalicules.

FIG. 47. — Cellules scléreuses (Gr. 200).

En un mot dans l'arbre des colonies, les éléments prennent vite les caractères de l'état adulte. Comme le pense Vuillemin[1], ces modifications dépendent uniquement du milieu. Naturellement si le milieu est d'une grande simplicité, d'une grande fixité, la formation des nouveaux tissus présentera la même allure que celles des systèmes primordiaux, la structure définitive sera très régulière ; c'est le cas habituel pour les racines d'*Hura crepitans* qui ne portent jamais trace de sclérification.

1. P. VUILLEMIN, *De la valeur des caractères anatomiques au point de vue de la classification des végétaux. Tige des Composés*, Paris, 1884, pages 210 et 211.

CHAPITRE II

Étude de la Fleur

Remarque. — L'étude des formes de jeunesse, plus simples généralement que les formes définitives, nous aurait permis d'élucider certains points encore obscurs de leur structure. Il nous a été impossible d'avoir des fleurs à cet état. Nous espérons recevoir plus tard des matériaux qui nous permettront de combler cette lacune.

Aperçu général.

L'inflorescence montre, dans la famille des Euphorbiacées, de nombreuses variations. Les *Hura* ont des fleurs unisexuées, monoïques, toujours sans corolle. Les fleurs mâles sont réunies en épis pédonculés et recouvertes chacune, et isolément avant la floraison, par des bractées adhérentes à l'axe, et se déchirant irrégulièrement lors de l'anthèse[1]. Il n'existe pas de disque glanduleux.

Sur les nombreux échantillons examinés, nous avons tou-

1. Nous verrons plus loin que la manière dont les fleurs sont recouvertes avant l'anthèse, et le mode de déhiscence qui leur permet de faire saillie en dehors du réceptacle commun, laissent pour nous quelques points encore à élucider.

jours trouvé les inflorescences mâles et les fleurs femelles disposées côte à côte sur le même rameau (fig. 48).

Fig. 48. — Jeune inflorescence d'*Hura crepitans* dessinée d'après nature : *fm*, fleur mâle ; *f*, feuille ; *st*, stipules ; *ff*, fleur femelle ; *c*, cicatrice laissée par la chute des stipules.

Inflorescences mâles.

Nous allons décrire d'abord l'inflorescence bien développée, et nous en donnerons les caractères ; nous étudierons ensuite des fleurs plus jeunes ; enfin nous signalerons quelques cas particuliers que nous avons rencontrés. Ces fleurs, plus ou moins rapprochées de l'état adulte, ont toutes subi l'influence perturbatrice des conditions extérieures. Nous nous contenterons d'indiquer les modifications que nous avons constatées, sans prétendre en tirer des conclusions générales.

Inflorescence adulte.

L'inflorescence mâle adulte est longuement pédonculée [1]. Ce pédoncule ne diffère guère extérieurement du pétiole des feuilles : il est cependant plus mou et porte moins de lenticelles.

Il se renfle dans sa partie terminale en un réceptacle commun, en forme de tronc de cône, dont la base et le sommet seraient arrondis et convexes; il ressemblerait assez grossièrement, comme aspect, à la partie terminale stérile de l'inflorescence de certains *Arum*.

La périphérie de ce réceptacle charnu est creusée de petites alvéoles, disposées régulièrement en spirale, et dont chacune renferme une fleur mâle.

Le pédoncule a une section sensiblement égale sur toute sa longueur. Alors que le pétiole, mou et renflé à sa base, se sclérifie dans le parenchyme cortical, ce dernier dans le pédoncule mâle a une structure identique sur toute sa longueur, et ne subit jamais de sclérification. Les caractères anatomiques de cet organe étant très constants, nous avons cru utile de les décrire.

Pédoncule de la fleur male (Fig. 49). — La description que nous avons donnée pour la structure de la tige primaire pourrait s'appliquer à la structure de ce pédoncule.

La surface de la cuticule s'y montre dentelée (fig. 50) sur une coupe transversale.

Les laticifères sont moins développés que dans la tige primaire; par contre, le tissu ligneux l'est davantage. Le liber interne n'existe qu'en face des îlots ligneux ; son développement est assez considérable.

Comme nous l'avons observé pour la tige, et comme nous

1. Il est donc bien entendu que, avec Baillon *Dictionnaire de Botanique*, tome III, page 87 et les auteurs par nous consultés, que nous considérons l'ensemble formé par le réceptacle commun avec les étamines qu'il porte, comme une inflorescence mâle, les fleurs mâles étant représentées chacune par un faisceau d'étamines monadelphes, portant des anthères verticillées.

l'avons vu dans le pétiole, il existe dans le pédoncule, à la périphérie du liber externe, un tissu légèrement collenchymateux (fig. 51) que nous avons rapporté au péricycle ; ce

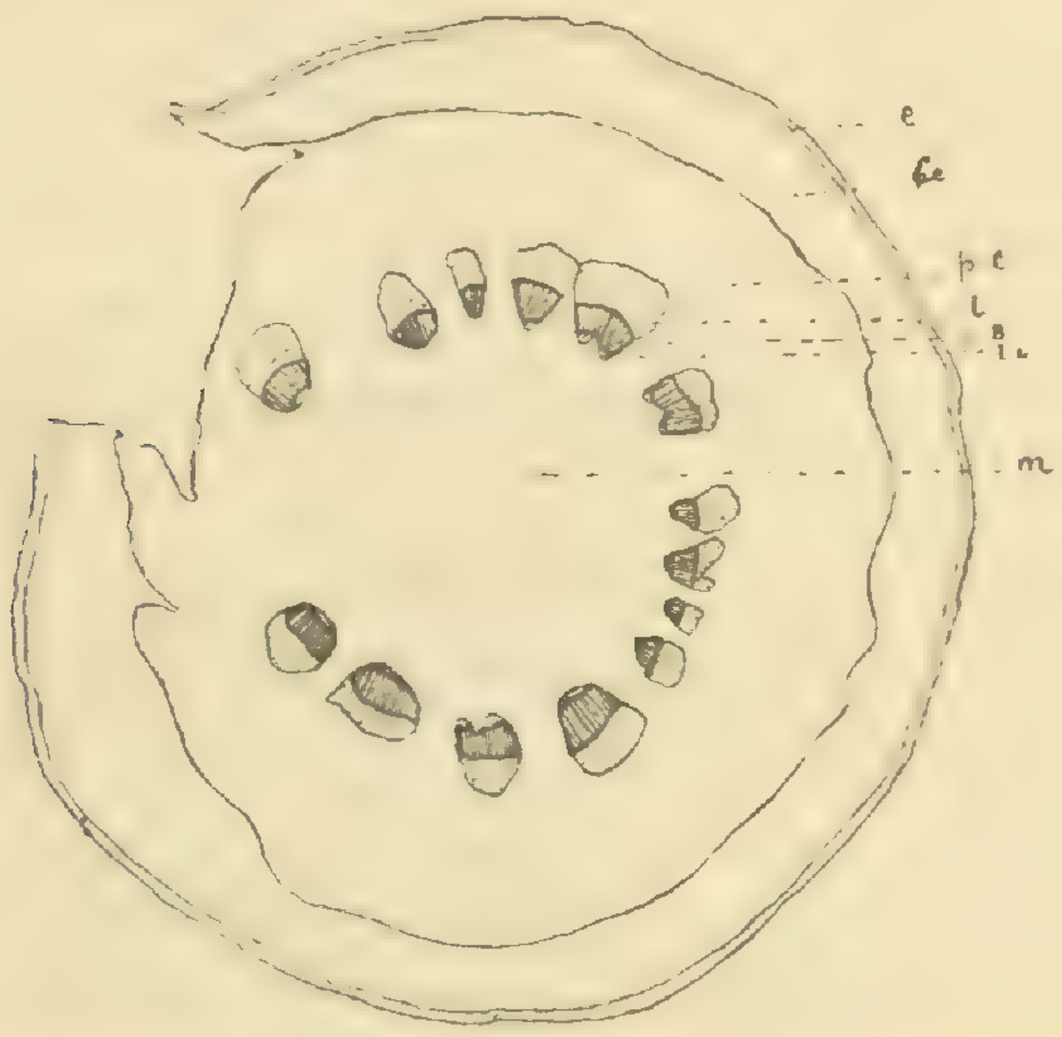


Fig. 49. — *e*, épiderme : *c*, collenchyme ; *pc*, parenchyme cortical : *l*, liber; B, bois ; *li*, liber interne ; *m*, moelle (Gr. 30).

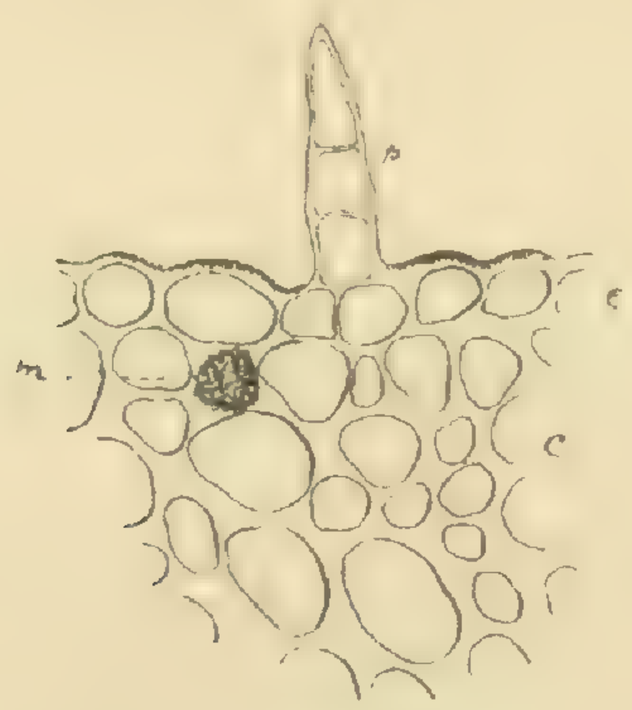


Fig. 50. — *p*, poil ; *e*, épiderme avec cuticule dentelée ; *c*, collenchyme ; *m*, mâcle d'oxalate de calcium (Gr. 200).

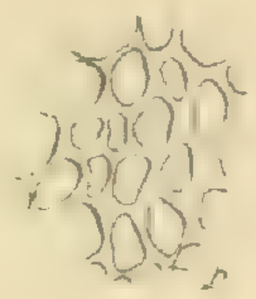


Fig. 51. — *p*, péricycle collenchymateux (Gr. 200).

tissu collenchymateux se rencontre aussi, mais moins développé, à la base du liber interne (fig. 52), du côté de la moelle.

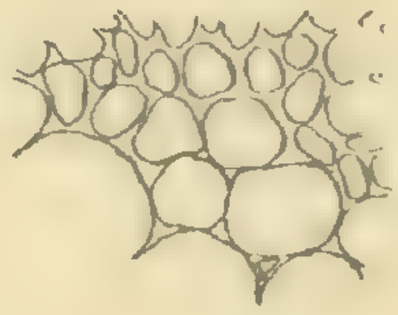


Fig. 52. — *li*, liber interne ; *c*, collenchyme (Gr. 200).

Dans le réceptacle commun lui-même, le cercle des faisceaux libéro-ligneux s'élargit, et de nombreuses ramifications des laticifères et des faisceaux vasculaires cheminent à travers le parenchyme cortical, pour pénétrer dans les fleurs mâles. La structure est sensiblement la même que dans le pédoncule général, mais ici l'épiderme au lieu d'être dentelé porte de nombreux poils ; il s'interrompt d'ailleurs, ainsi que le collenchyme sous-épidermique, sur les bords des alvéoles dans lesquelles sont insérées isolément les fleurs mâles.

Les fleurs mâles sont en épis terminaux, courtement pédonculés, oblongs ; elles sont insérées suivant des lignes spiralées, de telle sorte qu'elles alternent les unes avec les autres si on les considère sur deux tours de spires voisins (fig. 48-57-59). A la base de chaque fleur, portée sur un court pédoncule, se trouve un calice cupuliforme, imbriqué, peu apparent et pourvu de dentelure. La constitution même de la fleur mâle exclut toute possibilité pour l'existence d'un ovaire rudimentaire. Les pédoncules mâles sont légèrement cannelés, surtout à la partie supérieure.

L'androcée est formé par une seule colonne centrale, portant des étamines monadelphes, disposées en un ou plusieurs verticilles alternant les uns avec les autres (fig. 53). Les anthères sont extrorses, à deux loges, surmontées d'un prolongement du connectif; elles sont sessiles et fixées sur toute leur longueur. Leur déhiscence est longitudinale. Les fleurs du sommet de l'inflorescence possèdent habituellement un seul verticille d'étamines, alors que nous en avons trouvé jusqu'à

trois dans les fleurs de la base, ce nombre est même quelquefois plus élevé. Bien souvent aussi, toutes les fleurs du chaton

Fig. 53. — Fleur mâle montrant trois verticilles d'étamines ; *e*, étamine ; *c*, prolongement du connectif.

contiennent chacune deux rangées d'étamines à l'exception des fleurs du dernier ou des deux derniers rangs terminaux, qui n'en possèdent jamais plus d'un verticille.

En résumé, les fleurs mâles les plus élevées sont toujours moins développées et plus simples que celles de la base. La chose peut s'expliquer, selon nous, par ce fait que la nourriture affluant en abondance à la base, permet aux fleurs situées dans cette région de se développer au détriment des autres.

La structure des pédoncules mâles est identique à la structure du pédoncule de l'inflorescence, la section en est seulement plus petite.

Structure de l'anthère (fig. 54). — On rencontre dans l'anthère, autour des loges polliniques des ramifications des

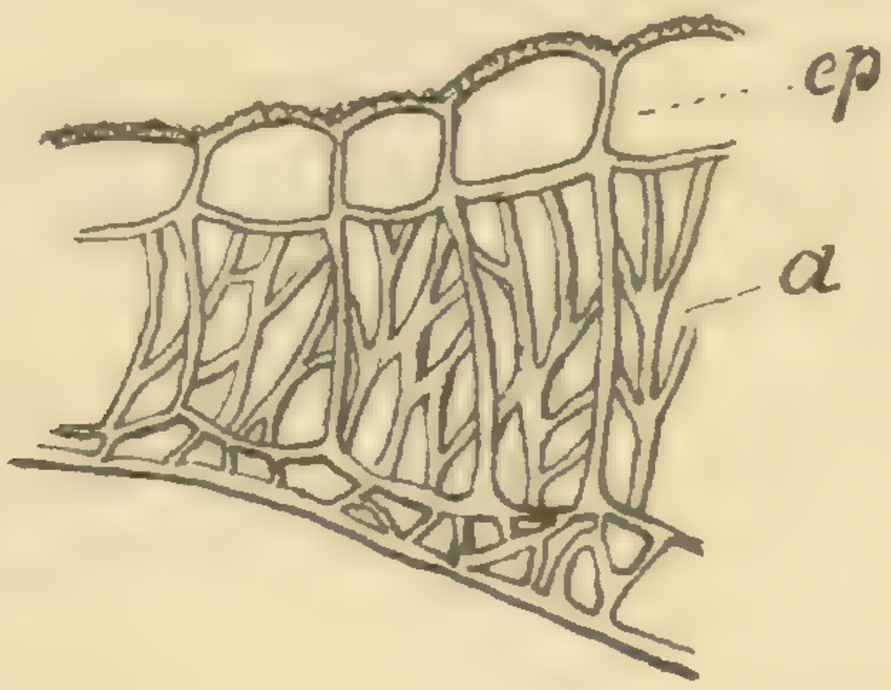


Fig. 54. — *ep*, épiderme ; *a*, assise à bandelettes (Gr. 240).

laticifères. L épiderme est formé par des cellules à parois délicates, il est recouvert par une mince cuticule, hérissée de petites dents. Au-dessous de cet épiderme se trouvent une ou deux assises de cellules fibreuses. Les parois de ces cellules possèdent des bandelettes lignifiées qui s'unissent entre elles de manière à former des spirales ou des anneaux. Les grains de pollen sont globuleux.

Étude d'une jeune inflorescence mâle.

Le pédoncule commun a la même structure que celle du pédoncule âgé, précédemment décrite, mais ici la cuticule est peu apparente, et non dentelée ; l'épiderme possède des poils unicellulaires. L'assise sous-épidermique est riche en oxalate de calcium et l'assise sus-péricyclique renferme de l'amidon en grains arrondis. Le collenchyme du parenchyme cortical, moins développé que dans les organes âgés, se trouve séparé de l'épiderme par trois à quatre assises de cellules.

Le réceptacle commun des fleurs mâles présente seulement sur toute sa surface des boursouflures régulièrement disposées en spirale, comme le seront plus tard les fleurs auxquelles elles correspondent; chacune d'elles, en effet, renferme l'une de ces fleurs destinées à s'épanouir au dehors, comme le montre d'ailleurs une section longitudinale passant par l'axe du réceptacle commun (fig. 55).

Des coupes transversales donnent absolument la même indication (fig. 56). On aperçoit un épiderme formé par une rangée de cellules rectangulaires et recouvert de nombreux poils. Ces poils se montrent surtout en dehors des boursouflures. Au niveau de chacune de ces dernières, le réceptacle est creusé d'une alvéole florifère, recouverte par un épiderme, qui repose lui-même sur trois à quatre rangées de cellules sous-épidermiques.

Le tissu formant les parois latérales de ces alvéoles est constitué par deux à trois assises de cellules rectangulaires. Des ramifications libéro-ligneuses et des troncs de laticifères innervent ce tissu. La structure du parenchyme cortical

ne présente aucune trace de soudure, et tous les tissus sont en parfaite continuité, ce qui semblerait indiquer que les

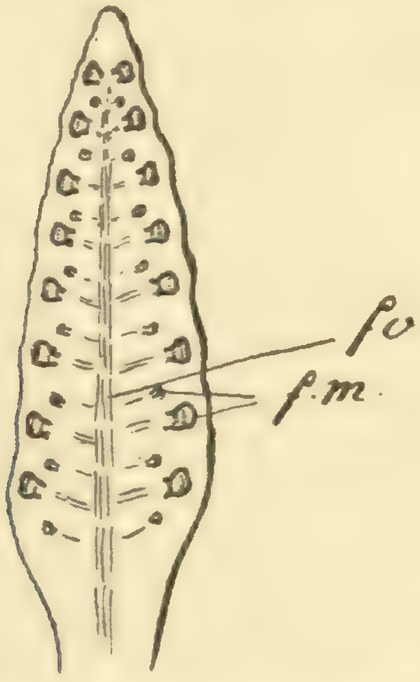


Fig. 55. — *fv*, faisceaux vasculaires ; *fm*, fleurs mâles.

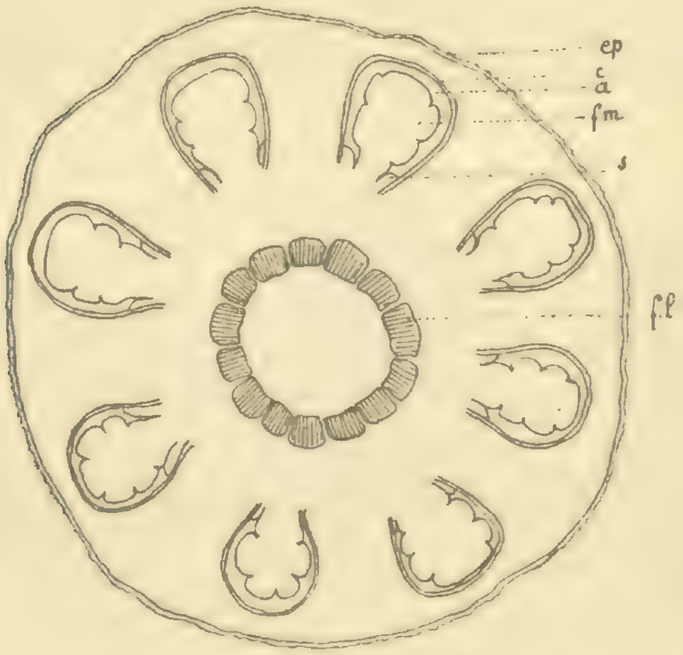


Fig. 56. — Coupe transversale dans une jeune inflorescence mâle: *ep*, épiderme ; *c*, cellules rectangulaires entourant l'alvéole ; *a*, alvéole ; *fm*, fleur mâle ; *s*, calice ; *fl*, faisceaux libéro-ligneux (Gr. 9).

fleurs mâles naissantes se sont trouvées en quelque sorte englobées et cachées dans les tissus périphériquement hypertrophiés de l'axe commun. Dans cet état, il ne nous a pas été

possible de distinguer les tissus du pédoncule commun de ceux qu'on devrait rapporter aux bractées recouvrantes.

Dans l'alvéole existe la jeune fleur mâle, dont le pédoncule se trouve en continuité parfaite de tissu avec le réceptacle commun. On aperçoit également la coupe du calice sur les côtés de la colonne staminifère, et sur cette dernière deux, quatre ou six sections d'étamines, suivant que les coupes ont été faites sur le sommet, le milieu ou la base de l'inflorescence.

Nous avons employé dans nos recherches la technique indiquée par Paul Dop [1]. Après déshydratation des organes par l'alcool absolu, nous les plongeons quarante-huit heures dans le chloroforme pour les imbiber de ce liquide, et enfin dans la paraffine pure. Des coupes en série, transversales et longitudinales, ont été faites ; nous n'avons jamais trouvé dans ces jeunes inflorescences, les alvéoles communiquant avec l'extérieur ; toutefois, dans certaines préparations, une fente peu profonde semblait apparaître de l'intérieur à l'extérieur, ce qui semblerait indiquer que plus tard le tissu périphérique situé au-dessus de l'alvéole était destiné à se déchirer pour donner passage à la fleur mâle.

La calotte qui recouvre l'alvéole est-elle formée par les tissus extérieurs du réceptacle commun, ou par des bractées soudées au-dessus de la fleur mâle ? C'est ce que des recherches organogéniques pourraient seules nous permettre de dire.

Cas particuliers.

Le réceptacle, que je figure ici (fig. 57), porte à une de ses extrémités des boursouflures. Ces boursouflures correspondent à des fleurs mâles fertiles [2] encore cachées (fig. 57 *b*).

Un peu plus bas se montrent, *sans transition aucune*, *des fleurs mâles exsertes et complètement épanouies*, ainsi qu'on le

1. Paul Dop, *Recherches sur la structure et le développement de la fleur des Asclépiadées*. Thèse, Paris, 1903, page 11.

2. Nous avons, en effet, trouvé dans leurs anthères du pollen parfaitement conformé.

voit sur la figure, et, d'ailleurs, le long d'une même spire le passage est tout aussi brusque (fig. 57 *sp*) ; mais à partir de ce niveau jusqu'à la base de l'inflorescence, les fleurs sont **toutes extérieures et fertiles** (fig. 57 *fm*).

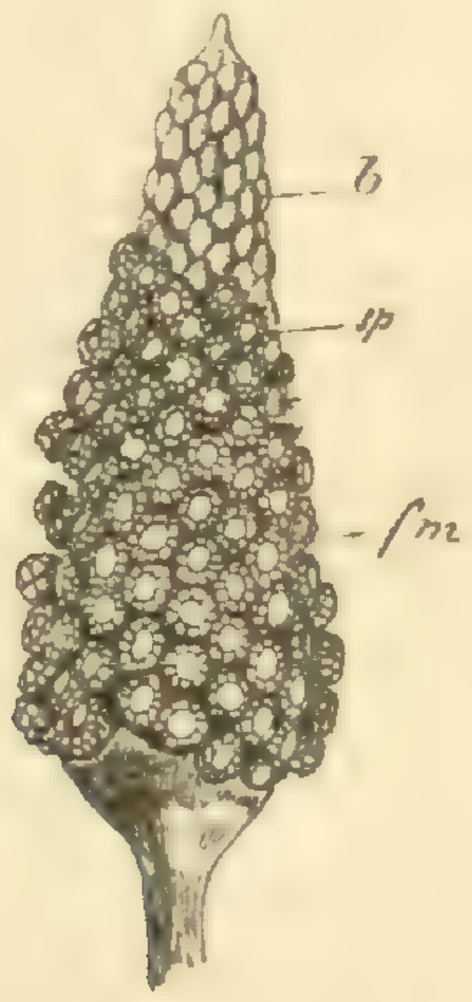


Fig. 57. — *b*, boursouflures renfermant des fleurs mâles ; *sp*, spire de l'inflorescence contenant des fleurs épanouies et des fleurs encore cachées ; *fm*, fleurs mâles fertiles épanouies (d'après nature).

Une autre inflorescence mâle non moins instructive, mais plus bizarre peut-être, nous a présenté à l'examen les caractères suivants : Au sommet (fig. 58 A), il existe trois à quatre

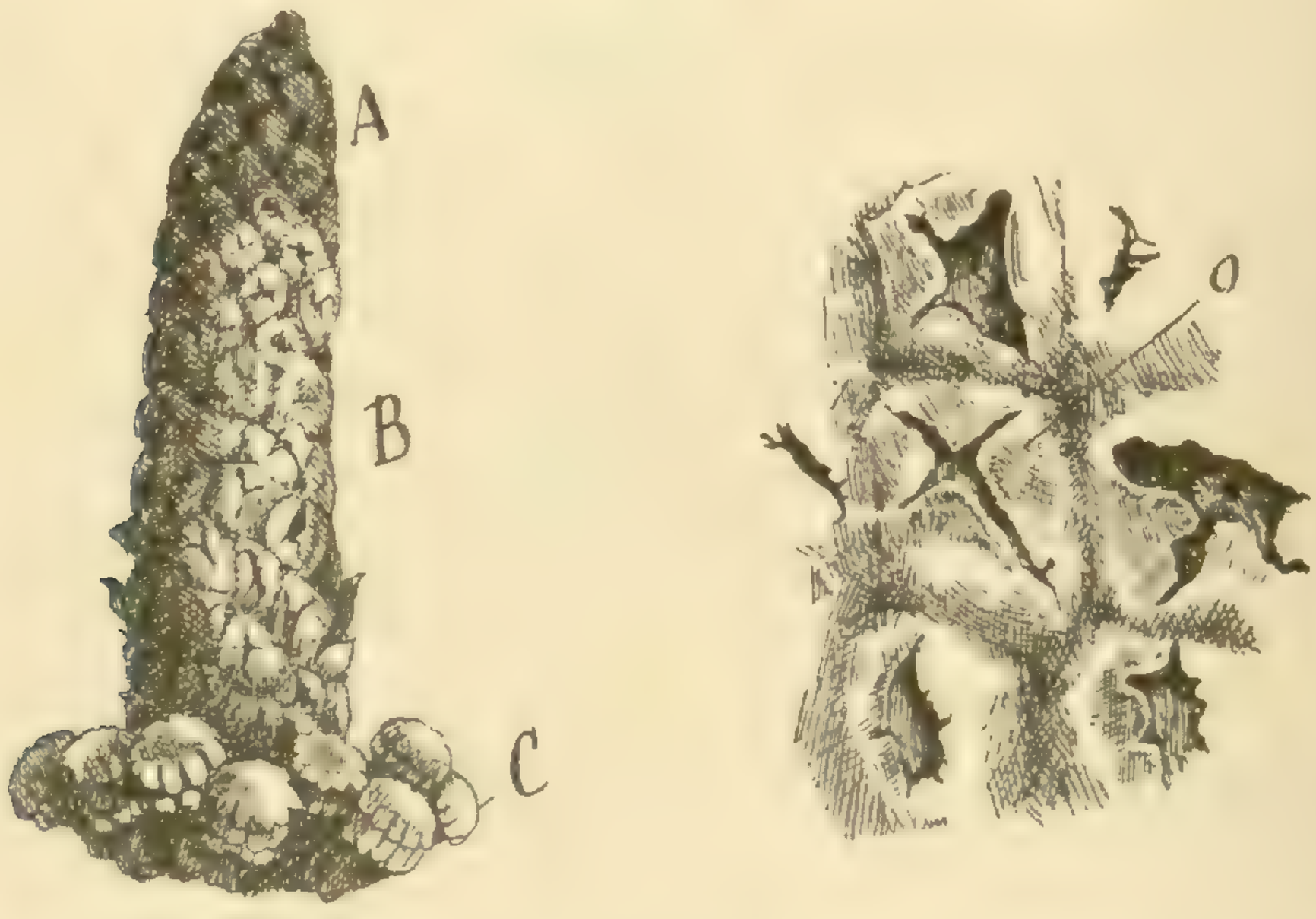


Fig. 58. — *A*, boursouflures cachant des fleurs fertiles ; *B*, boursouflures ouvertes ; *C*, fleurs mâles bien développés ; *O*, ouvertures des boursouflures vues à un fort grossissement (d'après nature).

rangées de fleurs mâles encore cachées dans les alvéoles, mais fertiles. Dans la partie *B*, je n'ai retrouvé aucun organe ayant l'aspect d'étamines. Les alvéoles étaient ouvertes, et l'enveloppe extérieure fendue de différentes manières ; ces fentes étaient le plus souvent triangulaires ou quadrangulaires, quelquefois irrégulières (fig. 58). Enfin, dans la partie C, j'ai retrouvé des fleurs mâles pédonculées, parfaitement développées, possédant chacune deux verticilles d'anthères.

Si nous faisons abstraction de ce dernier cas qui pourrait bien être accidentel, le simple examen d'une inflorescence mâle d'*Hura* semble indiquer que le développement et l'épanouissement des fleurs procède de bas en haut, et par sauts très brusques.

FLEURS FEMELLES

Elles sont pédonculées, solitaires dans l'aisselle des feuilles supérieures ou bien à la base des épis mâles, ou sur leur côté (fig. 59). Elles ont un calice coriace, gamophylle, entier sur son bord, et enveloppant étroitement un ovaire qui forme plusieurs loges et surmonté d'un long style cylindrique. Ce dernier s'élargit à son sommet, puis s'étale en un disque en forme d'entonnoir, semblable à une sorte de corolle charnue (fig. 59 et 60) ; son bord se découpe en lobes oblongs-charnus, réfléchis en dehors et garnis de papilles stigmatiques sur leur côté interne. Le style est creusé sur presque toute sa longueur, sauf vers la base, où il se renfle à son point d'insertion sur l'ovaire.

La bractée mère de l'inflorescence que nous avons figurée ici (fig. 59 *b*) se montre étroitement appliquée contre le pédoncule de la fleur femelle.

Structure du calice. — La partie interne du calice, appliquée contre l'ovaire, possède un épiderme formé de cellules rectangulaires ; au-dessous de cet épiderme se trouvent trois à quatre assises de cellules collenchymateuses formant une zone continue ; c'est immédiatement au-dessous de ce collen-

chyme que se trouvent les faisceaux vasculaires et le plus

FIG. 59. — Inflorescence d'*Hura crepitans* (d'après nature) ; *f*, feuille ; *fm*, fleur mâle ; *Ff*, fleur femelle ; *o*, ouverture supérieure du style ; *l*, lobes stigmatiques ; *s*, style ; *ov*, ovaire ; *p*, pédoncule (le calice se trouve étroitement appliqué contre cet organe) ; *b*, bractée mère de l'inflorescence.

grand nombre des laticifères. Enfin, la partie restante du tissu qui est la plus développée, est formée de cellules irrégulières parenchymateuses ; elle est recouverte par l'épiderme externe

du calice, formé de cellules carrées. Cet épiderme est pourvu de poils, seulement dans la partie supérieure de l'organe.

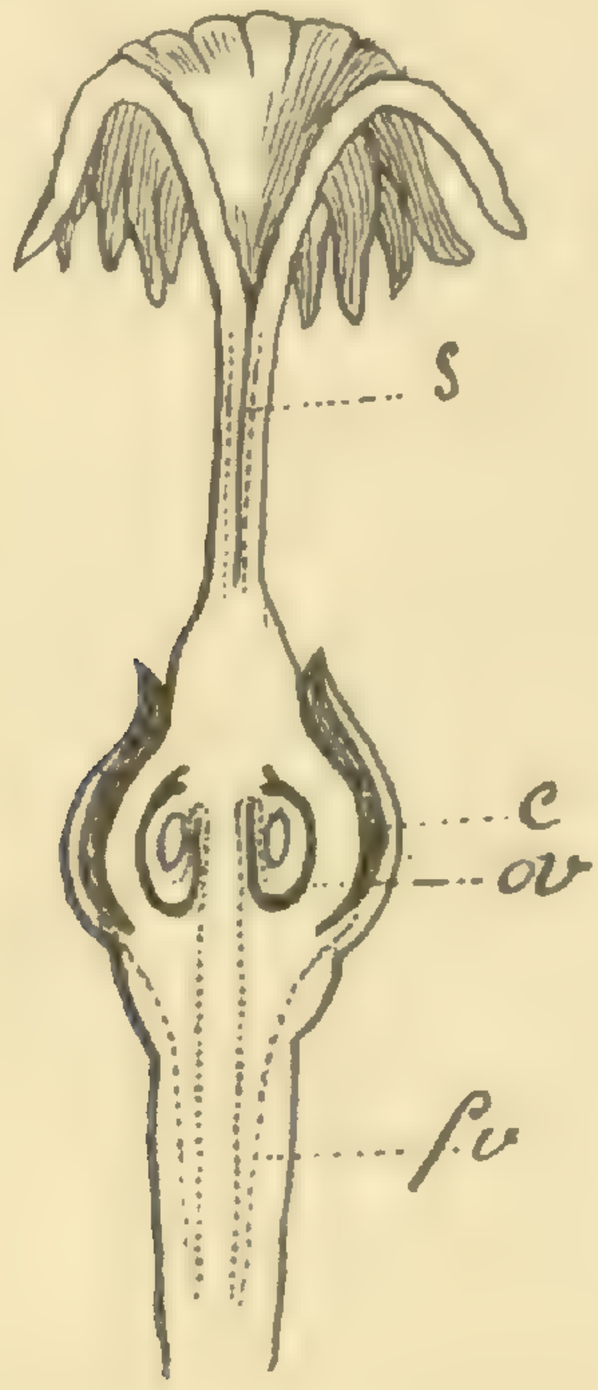


FIG. 60. — Coupe longitudinale d'une fleur femelle ; *s*, canal stylaire ; *c*, calice ; *ov*, ovule ; *fv*, faisceaux vasculaires.

Structure du pédoncule. —Il est plus gros et moins long que le pédoncule mâle. Sa structure anatomique est d'ailleurs en tous points identique à celle de ce dernier (voir page 60). Jamais de sclérification ni de fibres péricycliques. On trouve dans son parenchyme cortical des traînées de cellules disposées en files continues, ayant un contenu tannoïde. Ces traînées cellulaires paraissent, d'une façon générale, tendre à gagner l'épiderme où des amas noirâtres de nature tannique se trouvent localisés ; par contre, les laticifères sont moins nombreux, moins développés que dans les organes précédemment décrits, et ils ne renferment plus, pour la plupart, aucun contenu. Les rayons médullaires et le bois renferment du tannin en quantité notable ; ce composé chimique semble même s'y localiser. Les deux ou trois assises situées au-dessus du collenchyme péricyclique possèdent de l'amidon en grains arrondis, et l'as-

sise sous-épidermique, comme partout dans cette plante, est riche en oxalate de calcium.

Le pédoncule se renfle à son extrémité supérieure ; le cercle libéro-ligneux s'élargit, et un certain nombre de faisceaux se détachent pour se porter en dehors et pénétrer dans le calice, tandis que le cercle vasculaire primitif continue sa marche verticale dans l'ovaire. Les laticifères suivent partout les faisceaux ainsi que des cellules à contenu amylacé, disposées en files longitudinales.

Ovaire. — Il possède cinq à vingt loges uniovulées. Les ovules sont anatropes, descendants, situés à l'angle interne de la cavité ovarienne, à micropyle supérieur et extérieur (épitropes). Ils possèdent deux téguments très épais et un raphé ventral. Comme dans la plupart des autres Euphorbiacées on observe au-dessus du micropyle un obturateur émanant du placenta.

Examiné en coupe transversale (fig. 61) l'ovaire possède un

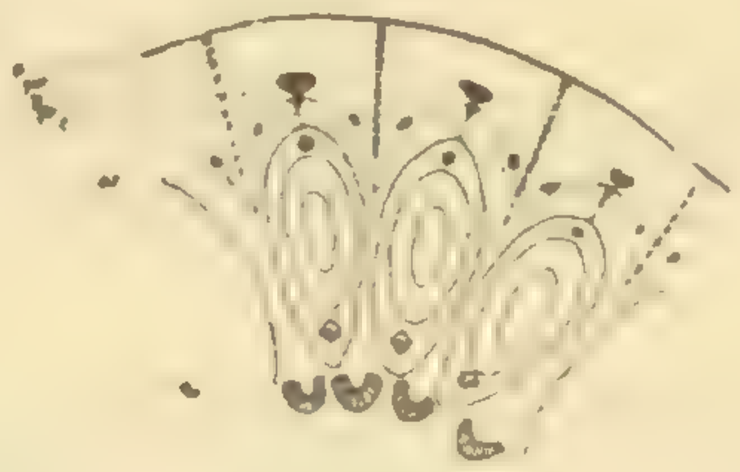


Fig. 61. — *ep*, epiderme ; *par*, cellules allongées radialement ; *p*, parenchyme cortical ; *fc*, faisceaux libéro-ligneux ; *c*, cellules allongées radialement situées dans la zone différenciée ; *ov*, ovules (Gr. 4,5).

épiderme formé d'éléments rectangulaires et ne portant pas de poils. Au-dessous, se montre une zone de collenchyme et enfin un tissu homogène parenchymateux, renfermant des laticifères nombreux et des cellules à tannin. Dans ce parenchyme existent des traînées radiales de cellules à parois minces, latéralement comprimées et légèrement sinueuses ; ces traînées correspondent au point de suture des carpelles (fig. 61 *par*). Enfin, on trouve également dans la partie interne de ce parenchyme des ramifications de faisceaux libéro-ligneux.

Le tissu ovarien, situé à l'extérieur et sur le côté des loges.

subit avec l'âge une différenciation remarquable. La zone ainsi formée, très épaisse en dehors, va s'atténuant progressivement sur les côtés, pour disparaître vers le milieu des cloisons. En certains endroits de cette zone différenciée (fig. 61 *c*) apparaissent des cellules très allongées qui, plus tard, donneront un tissu spécial sur lequel nous reviendrons. Enfin, au milieu de la colonne centrale vers laquelle convergent les loges ovariennes, règne un parenchyme au pourtour duquel des systèmes libéro-ligneux se montrent conformés en arc de cercle dont la concavité est tournée vers l'extérieur.

Le double tégument des ovules apparaît formé d'un tissu homogène, et montre en dehors et en dedans des faisceaux libéro-ligneux.

L'albumen a été décrit ailleurs (voyez page 21).

Les deux cotylédons sont appliqués l'un contre l'autre suivant le grand axe de l'ovule. Leur structure a été indiquée au début (page 21).

Lobes stigmatiques. — Ainsi que nous l'avons vu, ils se réfléchissent autour de la partie terminale du style, en dehors et en bas (fig. 60). Chacun de ces lobes, convexe sur sa face supérieure est replié en dessous en une sorte de gouttière. Ces deux surfaces sont recouvertes (fig. 62) de nombreux poils

FIG. 62. — Coupe dans un lobe stigmatique ; *fv*, faisceaux vasculaires (Gr. 4,5).

unicellulaires, surtout la face convexe. L'anneau libéro-ligneux n'est pas continu, et le tissu fondamental légèrement collenchymateux à l'extérieur, est formé exclusivement par du parenchyme parcouru de nombreuses ramifications de laticifères.

Style. — Au niveau de son orifice, le bord convexe dont il a été question ci-dessus ne renferme plus de poils, mais de

nombreuses saillies ou papilles. Ces saillies reposent sur trois à quatre assises de cellules différenciées, formant le tissu conducteur. Une coupe transversale pratiquée sur le bord de la concavité du style, laisse voir un anneau libéro-ligneux très sinueux (fig. 63). Plus bas, vers le milieu de la hauteur du style (fig. 64), les papilles sont plus accusées et le tissu conduc-

Fig. 63. — *fv*, faisceaux libéro-ligneux ; *c*, tissu conducteur (Gr. 4,5).

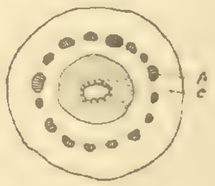


Fig. 64. — *fv*, faisceaux libéro-ligneux ; *c*, tissu conducteur (Gr. 4,5),

teur est proportionnellement plus développé que dans le sommet ; les cellules situées au bord des papilles sont très allongées, mais les autres ont une cavité plus petite ; elles ont toutes un protoplasma granuleux, très dense, leurs membranes sont épaisses, brillantes, molles et en voie de gélification. Le tissu ligneux, représenté par des amas elliptiques, légèrement concaves en dedans, est peu développé, tandis que les laticifères y sont richement représentés.

Enfin, à la base du style, c'est-à-dire au point où s'arrête le canal central qui s'évase plus haut en entonnoir, une section transversale montre le tissu conducteur se divisant en autant de cordons qu'il y a de loges, dans chacune desquelles chacun d'eux va pénétrer.

FRUIT

Le fruit d'*Hura crepitans* (Pl. III), formé par plusieurs carpelles, est une grande capsule déprimée, marquée extérieurement de côtes proéminentes, ou mieux une réunion d'un nombre variable de coques (5-20), adhérentes les unes aux autres latéralement, et disposées en un verticille autour de la colonne centrale à laquelle elles sont attachées.

Fruits d'Hura crepitans à divers âges

Fruit vert. — L'épicarpe a les mêmes caractères que l'épiderme de l'ovaire. Le mésocarpe renferme des cellules parenchymateuses, de nombreux troncs de laticifères, des séries de cellules à tannin, des ramifications des faisceaux libéro-ligneux ; mais on n'y rencontre jamais de cellules scléreuses. Au point de suture des carpelles on retrouve les cellules allongées radialement signalées dans l'ovaire. Ces deux parties : épicarpe et mésocarpe, sont charnues et se détachent à la maturité le long de la surface de suture des carpelles.

L'endocarpe laisse distinguer deux régions : 1° une partie ligneuse très dure et très épaisse (fig. 65 *end*), formée d'élé-

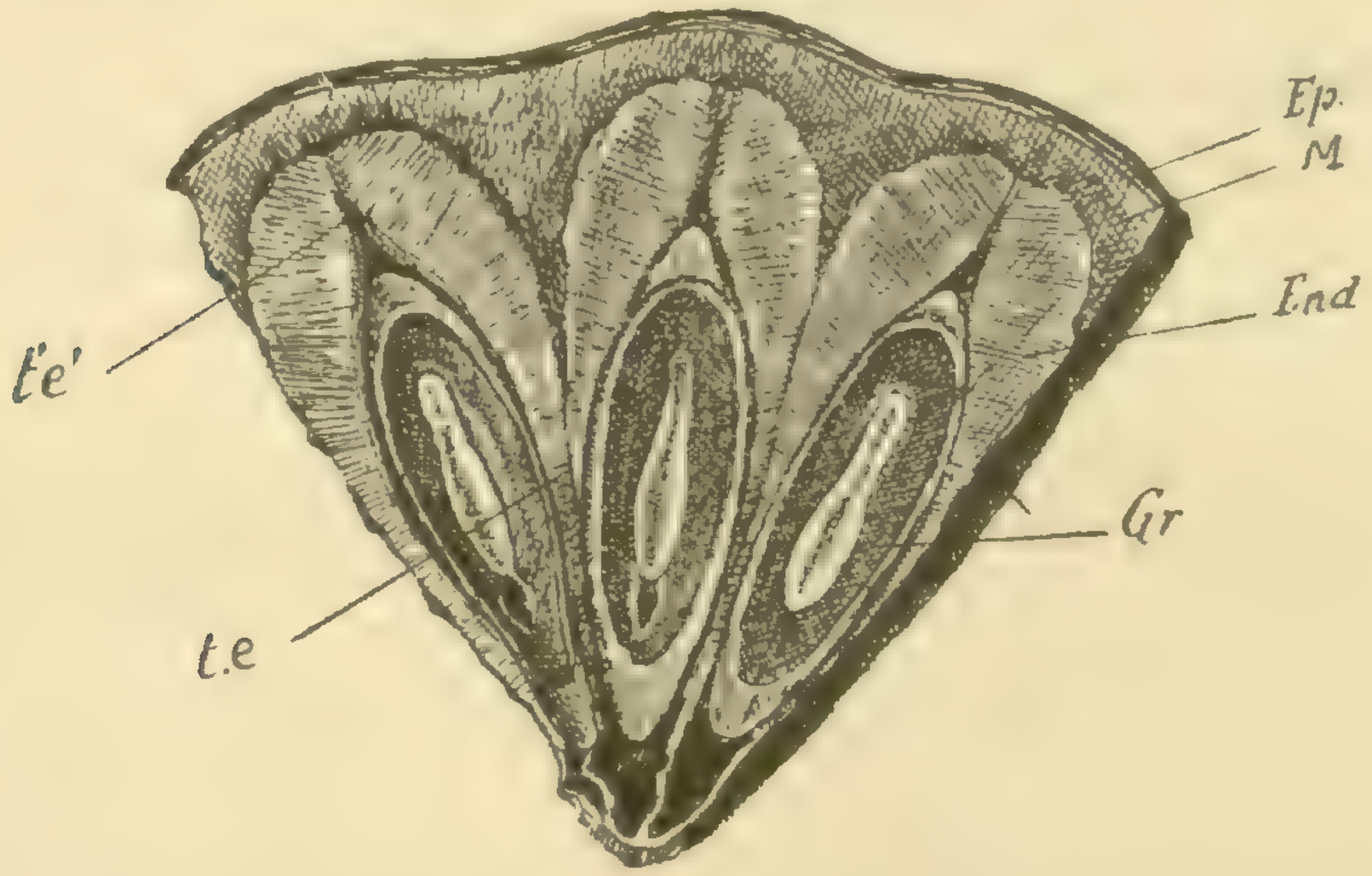


Fig. 65. — Section transversale d'un fragment de fruit d'*Hura* (d'après nature) ; *Ep*, épicarpe ; *M*, mésocarpe ; *End*, endocarpe ; *Gr*, graine ; *te*, tissu élastique.

ments lignifiés, allongés radialement ; cette région ligneuse forme les valves des diverses coques. 2° Ces valves sont entourées en dehors, mais surtout recouvertes sur leur face interne par un tissu formé de fibres longitudinales et de fibres transversales (fig. 66). A la maturité, l'épicarpe et le mésocarpe se détachant, il ne reste que les coques (cocci) comme on les désigne souvent dans les ouvrages descriptifs, soudées entre elles dans la moitié de leur largeur, et dont tous les éléments sont très fortement lignifiés.

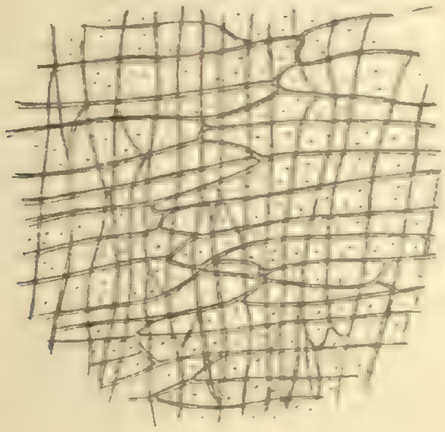


Fig. 66. — Fibres longitudinales et transversales formant le tissu élastique (Gr. 200).

Mécanisme de la déhiscence. — La déhiscence élastique des fruits secs qui présentent cette particularité, est due généralement à la juxtaposition de deux couches de cellules dont l'une, se desséchant plus rapidement que l'autre et subissant en même temps une contraction plus considérable, exerce sur l'autre un tiraillement, qui finit par en déterminer brusquement la rupture[1].

La déhiscence des capsules de l'*Hura crepitans* résulte essentiellement du jeu de la couche fibreuse qui revêt en dehors, et surtout en dedans l'endocarpe : le mécanisme du phénomène est purement physique.

La propriété caractéristique des fibres lignifiées qui composent ce tissu de déhiscence, est la facilité qu'il possède de se contracter proportionnellement moins par la dessiccation, suivant leur longueur que suivant leur épaisseur.

Les diverses coques qui forment l'endocarpe, sont réunies les unes aux autres par un tissu élastique (fig. 67 et 68 *te*) constitué lui-même par des fibres disposées en trois zones entre chaque surface d'union des carpelles (fig. 70) : une moyenne, formée d'éléments allongés parallèlement à cette surface, et, de chaque côté, d'une couche de fibres à direction perpendiculaire aux parois de la cavité ovarienne, transversales, par

1. Belzung, *Anatomie et Physiologie végétale* (Paris, Librairie Baillière, 1900, pages 998 et suivantes).

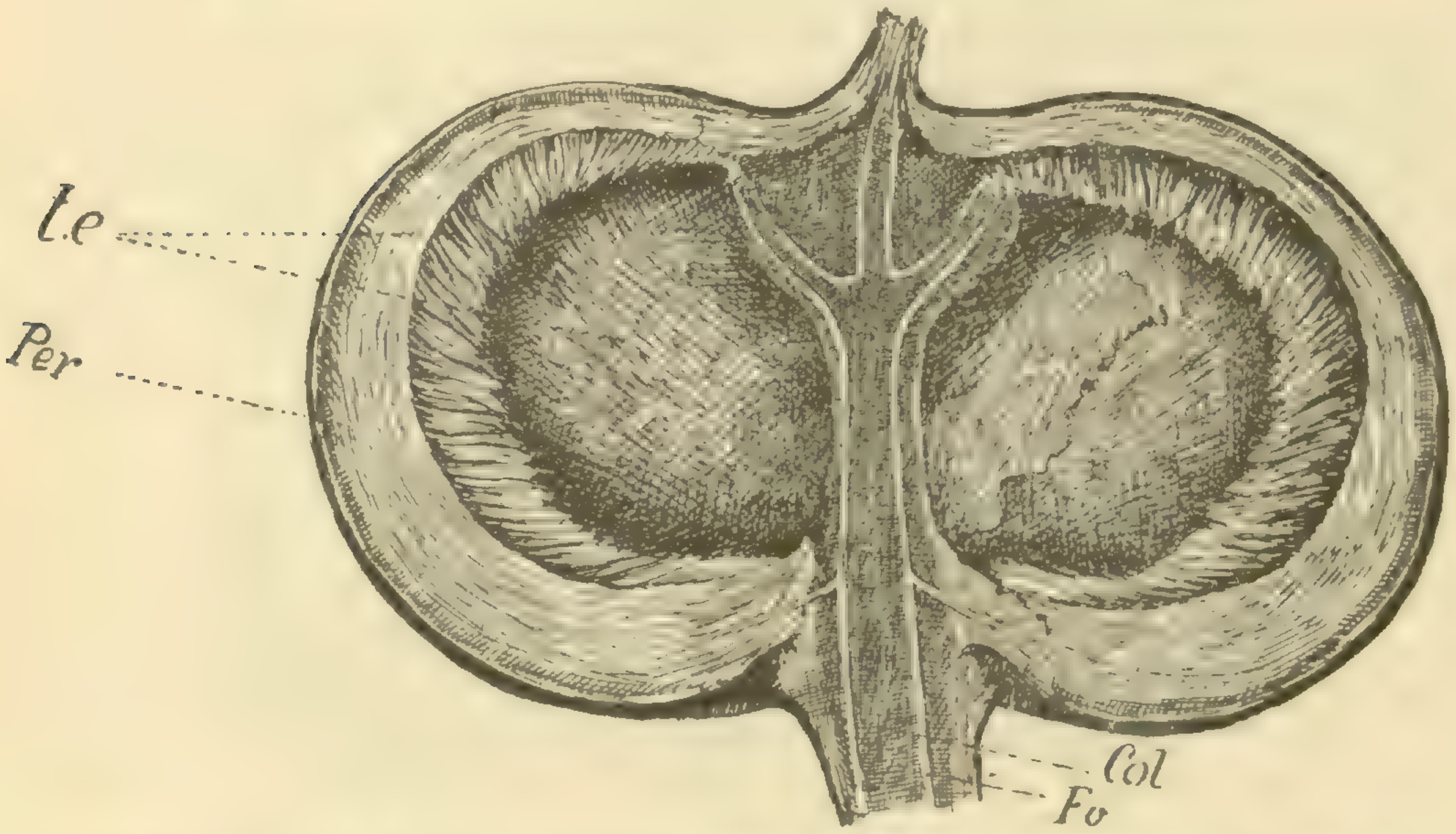


Fig. 67. — Fruit d'*Hura* ouvert longitudinalement montrant la zone de tissu élastique *te* située entre les carpelles ; *Per*, péricarpe ; *Col*, columelle ; ***Fu***, **faisceaux libéro-ligneux** (d'après nature).

Fig. 68. — Coupe transversale d'un fruit d'*Hura* ; *ep*, épicarpe et mésocarpe ; *te*, tissu élastique ; *v*, valves ; *gr*, graine.

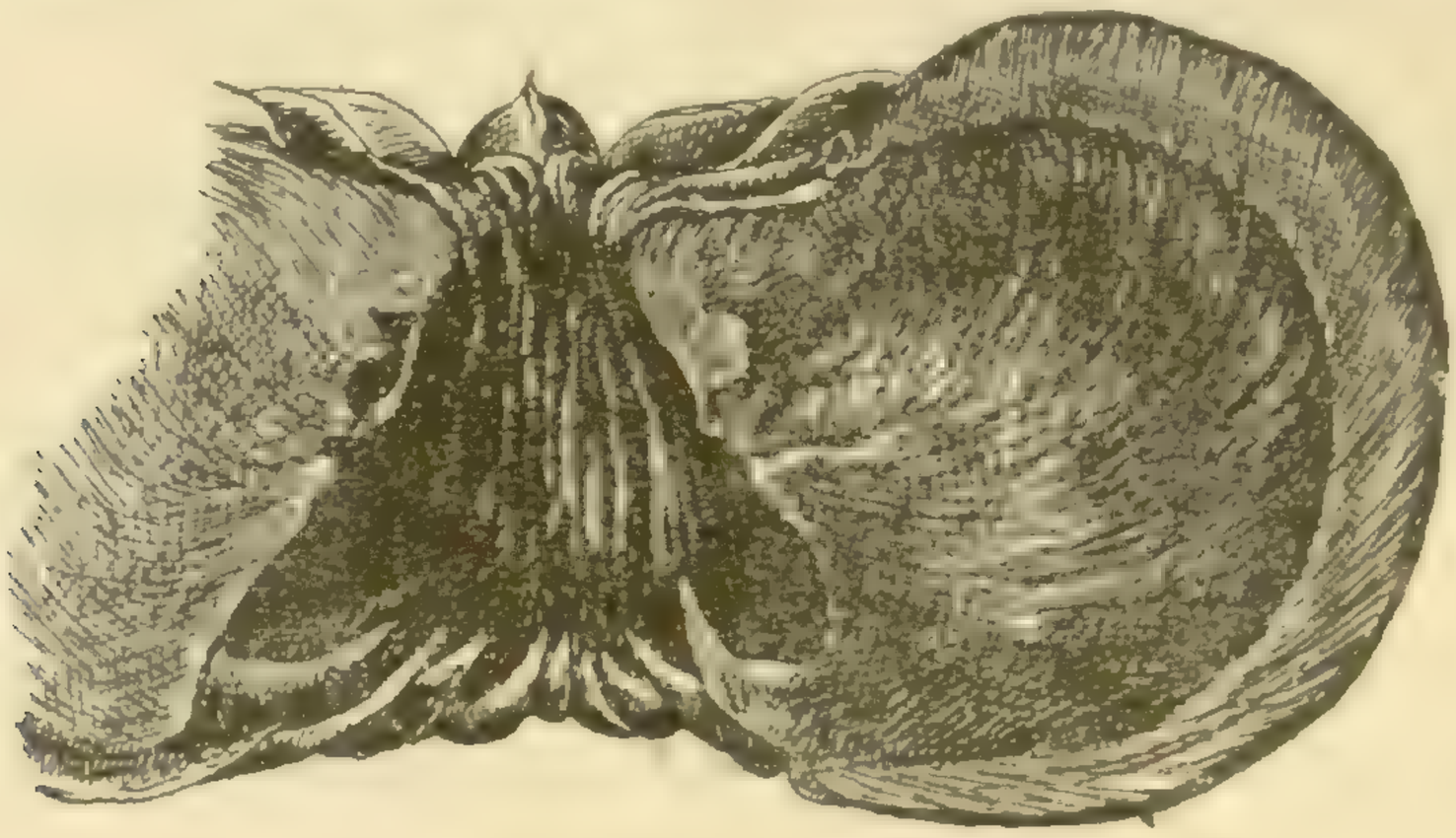


Fig. 69. — Fragment d'un fruit sec d'*Hura crepitans* ouvert, montrant les loges où les graines sont enfermées (d'après nature).

conséquent aux premières. Il est aisé de comprendre que ces dernières fibres, en subissant un raccourcissement rapide par la dessiccation, doivent exercer sur la lame fibreuse moyenne, peu

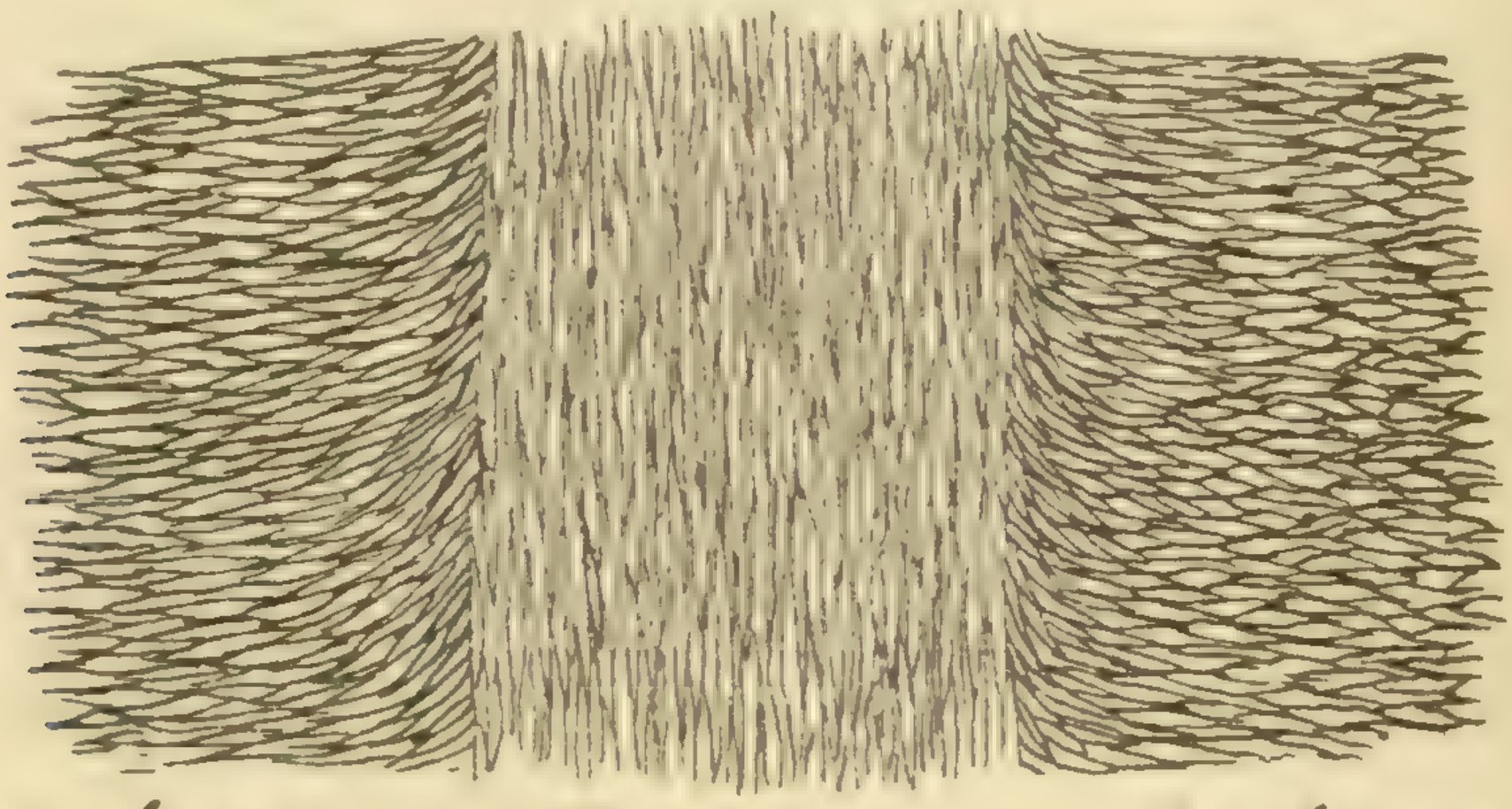


Fig. 70. — Figure demi-schématique montrant les deux points de contact des lames latérales de fibres tangentielles avec la lame médiane de fibres radiales dans le tissu élastique (coupe faite dans la surface de section de deux carpelles).

contractile, une traction bilatérale qui tend à la diviser, suivant un plan perpendiculaire à cette traction, et par conséquent suivant un plan perpendiculaire aux parois latérales de l'ovaire.

Bien que l'effet utile de ce tissu élastique ne s'exerce qu'aux points de contact des coques endocarpiques, on voit les fibres transversales se continuer au delà sur la paroi des valves.

On trouve dans le milieu de la région dorsale de chaque carpelle (fig. 68 *t'e'*), et suivant leur plan médian, le même tissu élastique formant, ici encore, une lamelle moyenne à éléments parallèles aux parois, et deux plans latéraux de fibres transversales. On comprend que, dans les mêmes conditions, et pour la même cause que tout à l'heure, l'action mécanique de ce tissu a pour effet d'amener chaque coque à se subdiviser elle-même, suivant un plan dorso-ventral. D'où résulteront, à la déhiscence, un nombre de valves double de celui des carpelles, et la mise en liberté des graines qui sont violemment projetées.

Remarquons encore que :

1° Dans le plan médian des carpelles, aussi bien que sur leur surface d'union, la zone moyenne des fibres longitudinales n'est pas brusquement juxtaposée aux fibres transversales, mais paraît passer à ces dernières en s'incurvant vers elle en éventail, à droite et à gauche (fig. 70 et 71).

Fig. 71. — Passage de l'assise de fibres tangentielles à l'assise de fibres radiales (Gr. 200).

2° Le revêtement fibreux de l'endocarpe se continue, mais en se simplifiant, sur toutes les parois extérieure et intérieure des coques (fig. 68).

3° La région ligneuse dont nous avons parlé et qui forme la partie solide de la paroi des coques, offre aux fibres élastiques, un point d'appui très résistant, qui leur permet ainsi d'agir avec intensité. Ce n'est qu'après une longue dessiccation que la force de contraction devient suffisante pour rompre le fruit. La soudaineté et la violence de cet éclatement tiennent à ce que tous les éléments du péricarpe résistent d'une manière égale pendant longtemps aux forces croissantes de déhiscence, pour céder ensuite tout à coup, au lieu de céder petit à petit, comme dans le cas ordinaire.

La déhiscence de ces fruits capsulaires ne s'opère, en règle générale, que lorsque la dessiccation des tissus est suffisamment avancée, et c'est au moment le plus chaud de la journée que le phénomène s'effectue le mieux. Il se produit une petite explosion semblable à un coup de pistolet.

Il résulte de ces faits, et je l'ai constaté par plusieurs expériences, que, tout fruit arrivé à maturité, mais non encore

ouvert, qui vient à être abandonné dans une atmosphère humide, à plus forte raison dans l'eau, reste clos, et s'il se trouve déjà partiellement ouvert, il se referme.

On s'oppose, dans les collections, à la déhiscence des fruits d'*Hura* en les entourant d'une ficelle fortement serrée ou d'un fil de fer, ou mieux encore en faisant bouillir les fruits dans l'huile.

Ce fruit est donc à la fois septicide et loculicide, puisque les coques se séparent d'abord par dédoublement des cloisons, et s'ouvrent ensuite en deux valves par la nervure dorsale. Elles se détachent également avec violence de la columelle centrale, et les graines sont projetées avec force ainsi que des fragments du péricarpe lignifié.

Fig. 72. — Valves d'un carpelle.

On voit nettement sur les valves ou fragments de valves tordues et contournées qui résultent de cette déhiscence, la trace des tractions énergiques auxquelles elles ont été soumises.

LATEX

Le latex se trouve en abondance, il suffit de pratiquer une incision au tronc ou aux grosses branches pour en obtenir.

Il se divise par le repos en deux couches : une couche surnageante limpide, d'un jaune rougeâtre, et une couche inférieure blanchâtre, plus dense et moins volumineuse que la précédente.

Si on traite la partie limpide par l'alcool, on voit se former un dépôt blanchâtre ; par l'eau, on obtient aussi un dépôt de même aspect, mais moins abondant.

Examiné au microscope, ce précipité se montre formé de matières albuminoïdes [1]. Malgré nos efforts, il nous a été impossible d'y caractériser microchimiquement la présence d'un malate on d'un malophosphate. Nous avons bien remarqué des cristaux rhomboédriques assez volumineux, mais ces cristaux sont en trop petite quantité, et les matières albuminoïdes gênent complètement les réactions. Le calcium, très facilement décelable sous le microscope par l'acide sulfurique, n'a pu lui-même être caractérisé, ce qui semblerait mettre en doute l'existence de cet alcalino-terreux dans le latex d'*Hura*. Quant aux phosphates, ils y existent en assez grande quantité.

La couche primitive blanchâtre (avant l'intervention de l'alcool ou de l'eau) est formée presque en totalité de substances albuminoïdes, quelques rares cristaux moins volumineux que les précédents et probablement de même nature s'y montrent aussi, enfin on y rencontre de l'amidon en grains arrondis et sous forme d'os longs.

Ce latex n'a pas d'odeur, sa réaction est acide, sa saveur peu marquée, il est très irritant. Les émanations de ce suc laiteux fraîchement extrait provoquent, dit-on, de graves accidents.

USAGES

Les *Hura* sont cultivés sous les Tropiques à cause de leur taille et de leur port ornemental (voir la planche I donnant l'aspect majestueux de ce végétal), leur bois, comme celui de toutes les Euphorbiacées épineuses, sert aux Antilles à faire des haies.

Les feuilles sont employées comme topique dans les rhumatismes. On extrait de l'écorce un suc employé au Brésil contre la lèpre. Le fruit bouilli dans l'huile ne fait plus explosion, et on s'en sert comme sablier dans les colonies françaises, après y avoir percé quelques trous.

1. Il prend par l'iode une coloration jaune.

Les graines sont sans odeur, elles ont une saveur huileuse, douce et âcre ; on les emploie au Mexique comme un purgatif drastique violent ; une seule suffit pour purger violemment et souvent pour faire vomir. L'abus des semences est d'ailleurs dangereux.

Le latex, très irritant, donne des hyperpurgations violentes : il est employé à Guadas pour pêcher en empoisonnant les rivières et les étangs.

APPENDICE

Hippomane Mancinella et *Hura crepitans*.

Comme nous avons pu nous procurer des tiges et des feuilles de l'*Hippomane Mancinella* L., il nous a été facile de comparer ces deux espèces. Une certaine analogie de structure est à signaler dans les caractères histologiques que l'on observe dans les feuilles et dans les tiges. Dans la description qui va suivre, on verra pourtant, entre ces deux types, une série de différences assez importantes, intéressant surtout la région externe des organes.

Chez l'*Hura*, la cuticule, toujours très développée, recouvre une rangée de cellules à parois relativement minces ; elle est, au contraire, moins développée chez l'*Hippomane Mancinella*, et recouvre une rangée de cellules épidermiques à parois épaisses.

Dans cette dernière espèce, je n'ai pas trouvé de stomates sur l'épiderme supérieur, et l'épiderme inférieur ne possède pas de stries. Dans ses descriptions, Herbert[1] qui a examiné quelques espèces du genre *Hippomane*, dit que la structure est bifaciale. Sur les échantillons dont nous avons pu disposer, nous n'avons pu observer la disposition décrite par cet auteur[2].

Le liber interne nous semblerait, dans l'*Hippomane*, un peu plus développé que dans l'*Hura*.

1. Herbert, *loc. cit.*
2. *Loc. cit.*, p. 57.

Ces différences une fois constatées, voici maintenant quels sont les caractères communs à ces deux espèces.

Chez le Maŋcenillier, comme dans l'*Hura*, des laticifères inarticulés et à parois épaisses se trouvent dans tous les tissus, excepté dans le bois.

Des cellules à contenu brun, et rangées en files, se rencontrent dans l'écorce primaire.

Les assises externes du parenchyme cortical sont de nature collenchymateuse ; cependant les cellules de ce collenchyme sont plus grandes et moins épaisses chez le Mancenillier que dans l'*Hura*. Mais, comme dans l'*Hura*, une sclérification diffuse se produit assez souvent ici dans ce tissu.

Dans les deux plantes, des fibres péricycliques sont réunies par groupes, le liber y est semblable, et des cellules ponctuées apparaissent dans la moelle.

Comme dans toutes les Euphorbiacées, l'anneau libéro-ligneux est continu de bonne heure.

Chez le Mancenillier également, les stomates sont accompagnés par deux cellules accessoires parallèles à la direction de l'ostiole. Même mode de distribution de l'oxalate de calcium.

Au point de vue morphologique, voici les caractères communs aux deux espèces :

1° Au point de rencontre du sommet du pétiole avec la face supérieure du limbe, on trouve deux petites glandes orbiculaires très rapprochées, se touchant même sur la ligne médiane.

2° Leurs anthères et leur ovaire sont semblables.

3° Les fruits, au début de leur développement, possèdent tous deux un épicarpe et un mésocarpe charnus.

Voici maintenant les différences que nous avons constatées :

1° Dans le genre *Hippomane*, les deux glandes du sommet du pétiole ont une tendance à se fusionner en une seule sur la ligne médiane[1], bien souvent aussi elles n'existent pas dans

1. Dans les échantillons que j'ai eus entre les mains, la fusion était toujours complète.

toutes les feuilles, celles qui occupent le sommet en étant privées ; elles manquent parfois dans le jeune âge. Dans l'*Hura*, au contraire, ces glandes ne se soudent jamais, elles existent toujours et sont aussi saillantes dans les feuilles jeunes que dans les feuilles adultes.

2° A la maturité, l'épicarpe et le mésocarpe se détachent dans cette dernière espèce, et un tissu élastique d'une nature spéciale entoure l'endocarpe ; rien de semblable ne se produit dans l'*Hippomane Mancinella*[1].

1. Heckel et Schlagdenhauffen, Etude botanique et chimique du Mancenillier (Bulletin de la Société des Pharmaciens des Bouches-du-Rhône, 1877).

CHAPITRE III

Conclusions

Au point de vue morphologique, l'*Hura crepitans* a été étudié par Baillon et Engler d'une façon très sommaire. Pax, Moeller et Herbert ont fourni quelques données sur la tige et la feuille. *Toutes ces descriptions, morphologique et anatomique, sont incomplètes. La structure de la racine, de la fleur, du fruit et de la graine n'a jamais été faite.* La fleur mâle a présenté pour nous encore quelques points à élucider.

I. — MORPHOLOGIE

1° Comme dans le Ricin, la racine principale, formant le pivot, porte de nombreuses radicelles disposées en quatre séries longitudinales équidistantes.

2° La tige est recouverte d'une écorce brun foncé, très épaisse, et portant de nombreux aiguillons.

3° Le pétiole, mou et renflé à son point d'insertion sur la tige ainsi qu'à son point d'insertion avec le limbe, est plus résistant dans sa région moyenne; dans l'arbre cultivé en serre il est à peu près uniforme en diamètre sur toute sa longueur. A sa base se trouvent deux stipules foliacés caduques.

4° Les feuilles sont alternes, penninerves, avec deux glandes à la base, dentées glanduleuses sur les bords, acuminées au

sommet. Dans les plantes que nous avions en serre, les feuilles jeunes manifestent une tendance au polymorphisme.

5° Les fleurs sont unisexuées, monoïques et apétales.

Les mâles disposées en épis pédoncules, enfermées au début de leur développement dans des alvéoles de l'axe de l'inflorescence, et recouvertes par des bractées (?) qui se déchirent au moment de l'anthèse, portent à la floraison des anthères extrorses, biloculaires, à déhiscence longitudinale, surmontées d'un prolongement du connectif; elles ont un calice cupuliforme, imbriqué. L'inflorescence mâle elle-même est longuement pédonculée.

II. — ANATOMIE

Au point de vue histologique, nous confirmons les données générales qui résultent des travaux de Pax et de Gaucher sur l'anatomie des tiges et feuilles d'Euphorbiacées :

1° La racine offre dans l'*Hura* les caractères suivants : le jeune pivot est quaternaire et porte des radicelles à structure binaire ; on trouve aussi des ramifications à structure ternaire.

2° Dans la *tige*, le *pétiole*, la *feuille*, le *pédoncule* : l'épiderme possède des cellules carrées ou rectangulaires avec une cuticule nettement différenciée. Le parenchyme cortical est toujours très développé.

L'écorce possède à la périphérie une zone collenchymateuse qui n'est jamais séparée de l'épiderme par plus de deux à trois assises de cellules.

Le péricycle se différencie et devient fibreux; il est d'origine libérienne. Toutefois, nous devons signaler que dans le pétiole le péricycle est collenchymateux à la base et au sommet de l'organe et n'est fibreux que dans la région moyenne.

Les éléments du liber externe sont, partout, groupés en petits faisceaux.

Le bois possède partout des éléments à ponctuations simples et d'autres à ponctuations aréolées.

Le liber interne chez l'*Hura* ne se montre bien caractérisé que dans la tige, mais le plus souvent, à la place d'un liber mou typique, se trouvent des portions d'un tissu plus ou moins abondant, cambiforme, qui forment soit un anneau complet, soit des amas distincts saillants dans la moelle. Les tubes criblés font défaut (les données obtenues par nous confirment les caractères anatomiques généraux que Pax assigne aux Hippomanées).

Les laticifères suivent les nervures ; ils sont inarticulés, à membrane épaisse, formée de composés pectiques.

On trouve également des cellules à contenu tannoïde rangées en série, de l'amidon en grains arrondis et en forme d'os long.

3° Dans la *tige*, *le pétiole et la feuille*, une sclérification diffuse se produit dans le parenchyme cortical.

Les faisceaux libéro-ligneux sont, de très bonne heure, groupés en un cercle continu entourant la moelle.

4° Dans la *tige et le pétiole* les lenticelles sont d'origine sous-stomatique.

5° Dans la *tige et les écailles foliaires*, des glandes d'origine lysigène se montrent au-dessous de l'épiderme.

6° Dans la *tige seulement*, le liège est d'origine sous-épidermique. Pax, Vesque et Gaucher lui assignent la même place dans la généralité des plantes de la famille. Nous l'avons retrouvé scléreux, comme l'indique Moeller dans les écorces âgées.

Les aiguillons de l'écorce sont d'origine subéreuse. La moelle est toujours persistante, même dans les axes âgés.

7° Le limbe des *feuilles* a une structure habituellement bifaciale et possède des stomates sur ses deux faces. Ces stomates sont situés au niveau de l'épiderme, et entourés de deux cellules péristomatiques.

8° Le jeune réceptacle des *fleurs mâles* présente une structure semblable à celle de l'axe. On sait que la périphérie de cet

axe commun est creusée d'alvéoles, dans l'intérieur desquelles se trouvent cachées tout d'abord les fleurs mâles. Le tissu périphérique de ce réceptacle jeune nous a paru en continuité parfaite avec celui qui constitue le couvercle des alvéoles, et sans solution de continuité (bractées ?).

Dans les *fleurs femelles*, l'ovaire jeune a les mêmes caractères fondamentaux que dans toutes les Euphorbiacées, mais à mesure qu'il s'accroît et devient fruit, des modifications profondes apparaissent dans ses tissus.

9° Dans le *fruit*, l'épicarpe et le mésocarpe sont charnus ; les cellules situées au point de suture des carpelles sont allongées radialement. Ces deux parties, épicarpe et mésocarpe, se détachent du fruit et disparaissent à la maturité.

L'endocarpe possède une région osseuse formant les valves des carpelles, et ces valves sont réunies latéralement entre elles par un tissu spécial dans lequel on observe : au milieu, un plan formé par plusieurs assises de fibres qui rayonnent du centre du fruit vers la périphérie, et, de chaque côté, une bande de fibres à direction tangentielle, par conséquent perpendiculaires aux premières. Ces fibres tangentielles sont en continuité d'un côté, en s'incurvant, avec les fibres radiales, et de l'autre, elles prennent un point d'appui solide sur la partie osseuse des valves.

Les fibres tangentielles qui, par la dessiccation, se raccourcissent plus que les fibres radiales de la bande moyenne, obligent celles-ci à se diviser suivant sa ligne médiane.

Toutes ces fibres, également lignifiées, résistent pendant longtemps aux tractions qui les sollicitent, et leur cèdent ensuite brusquement au moment de la déhiscence.

10° La *graine* est pourvue de deux téguments. La structure de l'albumen et des cotylédons rappelle exactement celle du Ricin.

11° L'oxalate de calcium se trouve en abondance dans tous les tissus. Il se localise de préférence dans l'assise sous-épidermique, plus rarement dans l'assise sus-péricyclique.

12° Les glandes, d'origine lysigène, analogues à celles des *Tilia*, pourraient être considérées comme un caractère anatomique confirmant les affinités morphologiques de cette famille avec le groupe des Malvacées.

Le genre *Hura* se caractérise très bien comme faisant partie des Hippomanées, qui se ressemblent non seulement au point de vue anatomique et morphologique, mais encore par les substances qu'elles élaborent.

Ces conclusions, toutes modestes qu'elles soient, laissent prévoir que l'étude plus approfondie des divers genres du groupe des Hippomanées, études faites sur le plus grand nombre d'espèces possible, apporterait un intéressant appui à la valeur que l'on peut tirer des caractères anatomiques dans la classification naturelle.

Néanmoins nous pensons que l'ensemble de ce travail nous permet d'affirmer une fois de plus le concours que l'étude anatomique prête à la morphologie pour la recherche des affinités naturelles des plantes.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Baillon : Histoire des Plantes (tome V, pp. 142-230).

Baillon : Dictionnaire botanique (p. 3, p. 87).

G. Beauvisage : Sur la classification des fruits et la déhiscence des capsules (Bull. Société botanique de Lyon, 1888).

Ed. Belzung : Anatomie et Physiologie végétale (Paris, Librairie Baillière, 1900, pp. 998 et suivantes).

Ed. Belzung : Latex ; constitution. Journal de botanique, 1893.

Boussingault et Rivero : Mémoire sur le lait vénéneux (Annales de Physique et de Chimie, t. XXVIII, p. 430).

G. Chauveaud. — Recherches embryogéniques sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées. Apocynées, Urticacées et Asclépiadées (Paris, 1891).

De Bary : Vergleichende Anatomie der Milchröhren.

De Candolle : Prodromus systematis naturalis Regni vegetabilis, p. 1229.

De Jussieu (A.-L.) : Genera Plantarum 1789.

P. Dop : Recherches sur la structure et le développement de la fleur des Asclépiadées (Thèse doctorat ès sciences. Paris, 1903).

P. Duchartre : Éléments de Botanique, 3e édition (Paris, Librairie Baillière, 1885, pp. 791 et 792).

Eichler : Blüthen diagrammen.

Engler et Prantl (T. 3 fünfte Abteilung, p. 102).

L. Gaucher : Étude anatomique du genre Euphorbia (Thèse Montpellier, 1898).

Gaucher : Recherches anatomiques sur les Euphorbiacées. Paris, 1902.

L. Haberlandt : Zur physiologischen Anatomie der Milchröhren.

Heckel, Ed., et Schlagdenhauffen : Étude botanique et chimique du Mancenillier (Bulletin de Pharmacie des Bouches-du-Rhône, 1877).

Herbert : Anal. Unters. v. Blatt. u. Axe d. Hippomaneen. Diss. München, 1897, 62 pp.

Hildebrand P. : Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Baube-gründeter Mechanismus (Jahr. f. wiss. Bot. IX 1873, 2e cah.).

Le Maout et Decaisne : Traité général de Botanique, p. 497.

Moeller J. : Anatomie der Baumrinden, pp. 295, 296, 297.

Pax : Die Anatomie der Euphorbiaceen in ihrer Beziehung zum System derselbem (Botanische. Jahrb. Leipzig, 1884).

Payer : Organogénie végétale.

Planchon et Colin : Les drogues simples d'origine végétale, pp. 306 et suivantes.

Ricord Madiana : Recherches sur les Poisons d'Amérique (2e Mémoire, Bordeaux, 1826).

Schimalausen : Beiträge zur Kenntniss der Milchsaftbehälter der Pflanzen (Mém. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg, 7e série, t. XXIV, nº 2).

Solereder : Systematische Anatomie der Dicotyledonen (pp. 842 et 865).

Tarbouriech (A.-P.) : Des Euphorbiacées, leurs laticifères, leur latex (Synthèse présentée à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier) (1886).

Van Tieghem : Traité de botanique, pp. 621-931, 934, 1610, 1611.

J. Vesque : De l'Anatomie des tissus appliquée à la classification des plantes (Nouv. arch. Muséum, 2e série, t. IV, 1881).

P. Vuillemin : De la valeur des caractères anatomiques au point de vue de la classification des végétaux. Tige des Composées, Paris, 1884.

L'*EPERUA FALCATA* AUBLET

(*Wapa huileux* DE LA GUYANE)

INTRODUCTION

*A l'Exposition universelle de Paris de 1878, parmi les produits exotiques fournis par les soins de l'Administration coloniale, figurait un bois que l'on disait être très riche en huile, et que l'on connaissait dans les Guyanes sous le nom de « bois de Walaba » ou de « Wapa ». Ce produit n'était autre chose que le bois d'une Légumineuse-Cæsalpiniée arborescente, décrite et figurée par Aublet, en 1775, sous le nom d'*Eperua falcata[1]. *La maison Elnain et Cie, de Francfort, fit alors connaître qu'une drogue, versée par elle dans le commerce et connue sous le nom de « Baume antarthritique indien* (balsamum antarthriticum indicum) *» était extraite de cette plante ; elle fit en même temps parvenir des fragments de bois d'*Eperua *et un échantillon du baume en question au Dr professeur Hilger, en le priant d'en faire l'étude. Ce dernier, à son tour, confia la partie anatomique de ce travail au professeur Reess, qui crut devoir se borner à un examen sommaire. C'est sur ces mêmes matériaux et sous l'inspiration du professeur Hilger, que de nouvelles recherches anatomiques ont été entreprises, en 1884, sur le bois de l'*Eperua falcata *Aublet par M. Karl Mezger*[2]. *Mais, faute de matériaux suffisants, Mezger ne put faire lui-même une étude complète de cette plante ; grâce à des échantillons de tiges feuillées, d'inflorescence chargées de fleurs en boutons*

1. *Histoire des plantes de la Guyane française*, t. I, p. 369 et pl. 142 (Ann. MDCC LIIV).

2. *Beitrag zur anatomischen und chemischen Kenntniss des Holzes des Eperua falcata* (Archiv. de pharmacie, troisième série, vol. XXII, p. 873).

*et d'une gousse d'*Eperua *que le professeur Eichler, directeur du Musée botanique royal de Berlin, put mettre à sa disposition, cet observateur obtint cependant, aussi bien en ce qui concerne l'anatomie de la plante qu'au point de vue de sa composition chimique, des résultats intéressants.*

*Depuis cette époque, l'*Eperua falcata *n'a été, à notre connaissance tout au moins, l'objet d'aucun travail spécial, bien qu'un certain nombre d'autres Légumineuses à oléorésine aient été étudiées et décrites, dans ces dernières années, par divers observateurs. Parmi les publications les plus intéressantes qui se rapportent à des végétaux de ce groupe, nous signalerons spécialement deux mémoires de M. le professeur L. Guignard, l'un sur l'appareil sécréteur des* Copaifera [1], *l'autre sur les* Daniella [2], *et une étude sur les organes et les produits de sécrétion du* Dipteryx odorata *Willd. par MM. Ed. Heckel, H. Jacob de Cordemoy et Fr. Schlagdenhauffen* [3]. *En outre, quelques-uns des caractères anatomiques essentiels du genre* Eperua *avaient été mis en relief déjà dans des travaux importants sur l'ensemble des Légumineuses Cæsalpiniées* [4]. *De cet ensemble de recherches se dégagent deux données qui montrent bien tout l'intérêt qu'il y a à les étendre au plus grand nombre d'espèces possible :*

1° Chez les Légumineuses, comme dans bien d'autres familles naturelles, la structure anatomique a une valeur incontestable pour la détermination et la classification des genres, souvent même des espèces ;

2° Les Légumineuses des deux sous-familles des Papilionacées et des Cæsalpiniées sont susceptibles d'avoir deux sortes

1. L. Guignard, *L'appareil sécréteur des Copaifera* (Bull. de la Soc. bot. de France, 2e série, t. XIV, p. 233, 1892).

2. L. Guignard, *Les Daniella et leur appareil sécréteur* (Journal de Botanique, 16e année, n° 3, p. 69, mars 1901).

3. *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 12e vol. 2e série, 1904.

4. Voyez Dellien Fried., *Uber die systematische Bedeutung der anatomischen Charaktere der Cæsalpinieen*, Munich, 1892. — Taubert, *Pflanzenfamilien. III*, Abteilung 3, p. 125 et suiv. — Solereder (Dr Hans), *Systematische Anatomie der Dicotyledonen*, Stuttgard, 1889, p. 319-440.

d'appareils sécréteurs : le premier, représenté par de simples cellules glandulaires produisant des gommes ou des sortes de Kinos, l'autre constitué par des canaux sécréteurs ou par des poches glandulaires, fournissant des oléorésines ou des résines.

Nous pouvons même ajouter, si nous ne tenons compte que de l'origine et de la structure de ces glandes, faisant abstraction, pour le moment, de la nature de leurs produits, qu'il en existe, en réalité, chez les Eperua, *aussi bien que chez les* Daniella *et les* Copaifera, trois catégories. *En effet, ainsi que nous le verrons plus tard, l'oléorésine prend naissance à la fois dans des* poches sécrétrices *de l'écorce et de la moelle, semblables à celles des Rutacées, Myrtacées, Hypéricacées, etc., bien que rappelant les canaux sécréteurs par leur forme allongée, et dans des* lacunes glandulaires *dont le cylindre ligneux est le siège exclusif, et dont le mode de croissance, tout au moins, se fait d'une manière spéciale*[1].

*Il nous a donc paru utile de reprendre, sur des matériaux nouveaux et plus abondants, l'étude anatomique et microchimique de l'*Eperua falcata *Aub., et d'examiner, en outre, au point de vue de leur morphologie externe aussi bien qu'à celui de leur structure, les fleurs, le fruit et la graine de cette plante qui n'avaient encore été l'objet que de descriptions incomplètes. C'est ce que nous avons pu faire, grâce à des échantillons de rameaux feuillés, de fleurs, de fruits, de graines et d'écorce, conservés dans une solution de formol, et que M. le Dr Heckel, Directeur fondateur du Musée Colonial de Marseille, a bien voulu mettre à notre disposition*[2]. *Les résultats*

1. Faute de matériaux frais et très jeunes, nous n'avons pu étudier la genèse de ces dernières glandes, mais celles qu'a étudiées M. L. Guignard chez les *Copaifera* et les *Daniella*, à tous les stades de leur développement, sont tellement semblables à celles des *Eperua*, qu'il est difficile de ne pas assigner à ces dernières, *a priori*, une origine analogue. Ainsi que nous le verrons plus tard, dans les deux genres où leur évolution a pu être observée, elle s'est révélée comme une forme toute spéciale du mode schizogène.

2. Ces matériaux d'étude font partie d'une série que M. le professeur Heckel de Marseille réalise en ce moment, dans nos colonies françaises,

ainsi obtenus ont pu être contrôlés et complétés, dans une certaine mesure, par l'examen des tiges, feuilles, fleurs et fruits que MM. les professeurs Bureau et Poisson, du Muséum de Paris, nous ont obligeamment communiqués[1]. *Enfin nous avons pu mettre également à contribution quelques échantillons d'*Eperua falcata, *composés de tiges feuillées et de fleurs en boutons. que possède l'herbier de l'Institut de Montpellier*[2]. *Bien que provenant de localités différentes, et récoltés à des dates relativement éloignées les unes des autres. aucun doute ne saurait être émis sur l'identité spécifique de ces échantillons divers; leurs caractères morphologiques concordent en tous points et, ce qui est tout aussi significatif, nous avons rencontré chez* ***tous les mêmes caractères anatomiques.***

Telle que nous la présentons, l'étude de cet arbre offre certaines lacunes que nous espérons être en mesure de combler bientôt; elles ont trait, d'une part, à la racine que nous n'avons pu nous procurer; de l'autre, aux formations primaires de l'axe et aux tout premiers stades de formation de l'appareil glandulaire à oléorésine, qu'on ne peut étudier que ***sur des organes très jeunes.***

en vue d'étudier lui-même et de faire étudier, au double point de vue scientifique et applicatif, les Légumineuses à appareil sécréteur simple ou double, ainsi qu'il l'a fait récemment dans deux mémoires, parus l'un dans les « Annales de l'Institut colonial de Marseille » sur les *Dipteryx* et leur double sécrétion (Kino et Copal), et l'autre sur les *Daniella* et leur résine (C. R. A. S. 1902). Le Coumaté (*Vatairea guyanensis*) et le Burgoni (*Inga Burgoni*) sont actuellement à l'étude, plante et produit.

1. Ces échantillons portaient, en étiquette : « Herb. Mus. Paris. *Eperua falcata* Aub. Maroni (Guyane française, 1877. E. Mélinon. »

2. La provenance de ces échantillons, beaucoup plus anciens que les premiers, est ainsi indiquée : « Acarouany (Guyane française, 1855. legit. P. Sagot. »

L'*EPERUA FALCATA* AUBLET

(*Wapa huileux* DE LA GUYANE)

Au point de vue de la Morphologie externe et de l'Anatomie,

Par M. L. COURCHET,

Professeur à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier.

I. — MORPHOLOGIE EXTERNE

I. Caractères du genre Eperua Aubl. — Avant d'aborder l'étude spéciale de l'*Eperua falcata*, nous croyons utile de préciser les caractères et les limites assignées, dans l'ensemble des Légumineuses-Cæsalpiniées, au genre auquel elle appartient.

Les *Eperua* font partie de la tribu des Amherstiées[1], que l'on peut définir de la façon suivante :

Cæsalpiniées dont la fleur possède *un gynécée excentrique, inséré plus ou moins haut sur la paroi postérieure du tube réceptaculaire ; — suture non placentaire du carpelle dirigée vers la cavité du réceptacle ; — sépales à préfloraison imbriquée, très rarement valvaire ; — corolle irrégulière ou nulle ; — feuilles alternes, paripennées.*

Les Amherstiées peuvent se répartir en vingt[2] ou vingt-trois[3] genres, tous propres aux régions tropicales.

1. H. Baillon, *Hist. des pl.*, t. II, p. 157. — Taubert dans *Pflanzenfamilien* d'Engler et Prantl, III Teil, 3 Abteilung, pp. 126 et 133.
2. H. Baillon (*loc. cit.*).
3. Taubert (*loc. cit.*).

Le genre *Eperua*[1] lui-même offre les caractères suivants :

Ce sont des plantes de l'Amérique tropicale, et spécialement des Guyanes, arbres ou arbustes de dimensions variables, parfois grêles, et alors dressées ou sarmenteuses, toujours inermes. Leurs feuilles paripennées portent un nombre variable de folioles ; elles sont accompagnées de stipules foliacées, souvent caduques.

Les fleurs, disposées en courtes grappes, forment souvent, au sommet des branches, des inflorescences générales dont l'axe commun peut être court et dressé, ou s'allonger et devenir grêle et pendant.

Chaque fleur est placée à l'aisselle d'une bractée et possède deux préfeuilles.

Comme dans les genres voisins *Berlinia* Soland. (Afrique trop. occid.) et *Daniella* Benn. (Afrique trop. occid.)[2], le réceptacle floral forme un cornet creux à parois épaissies, sur les bords duquel s'insère un calice partagé en quatre lobes inégaux et imbriqués.

La corolle est réduite à un seul pétale très large. — Les étamines, au nombre de dix, sont fertiles ou partiellement stériles[3]; les filets sont libres ou plus ou moins concrescents par la base. — L'ovaire, excentriquement situé sur la partie dorsale du tube réceptaculaire, comme chez toutes les Amherstiées, est surmonté du style d'abord enroulé en crosse dans le

1. *Eperua* Aublet (Aublet, *Hist. des plantes de la Guyane française*, t. I, p. 369 et pl. 142. — De Candolle, *Prodomus* II, p. 5103. — Spach, *Suites à Buffon*, I, p. 117. — Endlicher, *Genera*, n° 6, 800. — *Rotmannia* Neck. Elem, n° 1284. — *Dimorpha* Schreb, Genera, 493. — *Panzera* Willd, Sp., pl. II, 540.

2. L. Guignard, *Journal de Botanique*, 16e année, mars 1901, p. 68 : « Les *Daniella* et leur appareil sécréteur ». Les *Daniella*, extrêmement voisins des *Eperua*, ne comprennent que deux espèces récemment différenciées l'une de l'autre, le *D. thurifera* Bennet, et le *D. oblonga* Oliver 1871, toutes deux propres à l'Afrique tropicale occidentale.

3. Les dix étamines des *Eperua* sont partout indiquées comme étant toutes fertiles ; cependant dans tous les échantillons de fleurs d'*E. falcata*, soit en boutons, soit développées, que nous avons pu observer, l'androcée se compose de cinq étamines fertiles alternant avec cinq filaments stériles (voir plus loin p. 135).

bouton, puis déroulé et filiforme, dont le sommet stigmatifère est légèrement renflé. Il renferme un ou plusieurs ovules descendants, anatropes, avec le micropyle dirigé en haut et en dehors.

La gousse est largement oblongue ou allongée, plus souvent oblique, aplatie et comprimée, coriace ou ligneuse, bivalve. — Semences peu nombreuses ou réduites à l'unité, comprimées, de forme ovale ; embryon charnu, dépourvu d'albumen, avec radicule courte, cachée dans une sorte de gaîne formée par les cotylédons.

H. Baillon ne distingue pas génériquement des *Eperua* le *Parivoa grandiflora* Aublet et le *Parivoa tomentosa* Aublet [1], qui ne s'en différencient que par leur androcée composé d'une étamine indépendante, l'antérieure, et de neuf autres plus longues, concrescentes à leur base, et par l'ampleur de leur pétale unique. Aublet, par contre, sépare génériquement les *Parivoa*, dont il décrit les deux espèces mentionnées ci-dessus ; l'une et l'autre croissent dans les Guyanes, au voisinage des criques et des cours d'eau. Ces deux arbres, dont le bois résineux est utilisé dans leur pays d'origine, sont l'un et l'autre désignés par les Galibis sous le nom de « Vouapa » [2].

1. Voy. Aublet, *loc. cit.*, t. II, p. 756 et suiv. Chez les deux espèces de *Parivoa* décrites et dessinées par Aublet, les dix étamines sont nettement fertiles. Si chez tous les vrais *Eperua*, comme chez l'*E. falcata*, cinq des dix étamines étaient privées d'anthères, il y aurait là, entre les *Eperua* et les *Parivoa*, un caractère différentiel autrement important que ceux que peuvent offrir l'ampleur plus ou moins grande du pétale et la concrescence plus ou moins complète des étamines. Nous n'avons eu malheureusement entre les mains d'autres échantillons que ceux de l'*E. falcata*. Il y aurait lieu peut-être aussi de tenir compte, pour cette distinction générique, de la forme du fruit (Comparez Aublet, pl. 142, et pl. 303 et 304).

2. On ne saurait trop se mettre en garde, lorsqu'il s'agit de plantes coloniales, et surtout de plantes voisines par leurs propriétés et leurs affinités botaniques, contre la confusion que peut entraîner la similitude fréquente de leurs noms indigènes. C'est ainsi que le nom de « Vouapa » est appliqué au bois des deux espèces de *Parivoa* ; les noms de « Wapa, Woapa huileux » servent à désigner le bois de l'*Eperua falcata* Aublet ; enfin, on donne celui de « Vouacapoua » à tout un genre de Légumi-

II. Description de l'Eperua falcata Aublet. — Port. —

Fig. 1.

D'après la description d'Aublet, et celles d'observateurs contemporains, entre autres De Lanessan, *l'Eperua falcata* Aub. [1] neuses-Papilionacées de la tribu des Geoffroyées qui croissent, pour la plupart, dans l'Amérique tropicale. Ces confusions donnent parfois lieu à des erreurs difficiles à rectifier plus tard.

1. *Dimorpha falcata* Sm. ; « Woapa huileux » ou « Epéru » ; « bois sabre » ; « Wapa patouré » des Galibis, « Wallaba » des Arrouages.

est un arbre dont le tronc atteint une hauteur de 18 à 20 mètres, et mesure de 60 centimètres à un mètre de diamètre dans sa partie la plus large. Il se partage ensuite en deux ou trois branches qui, à leur tour, se ramifient abondamment de tous côtés.

Fig. 2.

Feuilles. — Les rameaux sont pourvus de feuilles paripennées, alternes, accompagnées de stipules et de stipelles très caduques, et qu'on ne retrouve plus sur les échantillons conservés. Bien que les folioles forment ordinairement de 2 à 3 paires, ainsi que l'indique Aublet, il en existe aussi parfois quatre paires ou une seule paire ; elles sont, d'ailleurs, exactement opposées sur le rachis (fig. 1). Ce dernier finit brusquement au-dessus des deux folioles terminales, sans la moindre tendance à se prolonger en pointe au delà et, comme nous le verrons, le système conducteur s'y divise intégralement en deux moitiés qui se portent dans les deux pétiolules terminaux. Les feuilles les plus longues mesurent de 18 à 19 centimètres.

Les folioles (fig. 1 et 2), portées sur de très courtes pétiolules (5 cm. environ), sont vertes et luisantes, glabres, ovales-lancéolées, assez longuement subulées au sommet, entières ou simplement ondulées sur les bords, coriaces. Leur longueur peut atteindre 12 à 13 cm. 5, la partie terminale rétrécie étant de 2 cm à 2 cm. 5. Elles sont quelquefois légèrement asymé-

triques, la moitié du limbe tournée vers la base du rachis étant un peu plus large que l'autre, et la pointe s'incurvant vers le sommet de la feuille. La nervure médiane émet, de chaque côté, 20 à 25 nervures secondaires qui s'en détachent en formant avec elle un angle très obtus en avant ; dans leur intervalle se montrent d'autres nervures plus petites et moins longues, mais parallèles avec elles, et toutes ensemble sont reliées par un réseau de fines nervilles, légèrement saillantes à la face inférieure du limbe.

Cette nervation assez délicate et la configuration du limbe constituent déjà de bons caractères distintifs. Il en existe un autre, très apparent sur les échantillons conservés au formol, mais que la dessication fait malheureusement disparaître en partie ; il consiste dans la présence, à la base du pétiole commun, d'un renflement (fig. 1, *G*) qui peut atteindre jusqu'à 1 centimètre de longueur, et dont la surface est marquée de nombreux sillons obliques et obscurément parallèles. Les pétiolules sont eux-mêmes épaissis de la même façon (*g*. *g*), quoique à un degré moindre, sur toute leur longueur, jusqu'à la base du limbe ; l'épaississement se prolonge même assez souvent le long de la nervure médiane, qui devient alors fortement saillante en dessous dans sa région inférieure. Tous ces renflements basilaires sont marqués, en dessus, d'un sillon médian longitudinal (fig. 1 et 2, *g*. *g*). — Les échantillons d'herbier ne montrent à la base du pétiole commun et des folioles, que des plissements plus ou moins marqués ; mais il est aisé de faire reparaître les renflements que nons venons de décrire, en faisant macérer ces feuilles dans de l'eau chaude [1]. — L'écorce, dans ces régions, semble s'être accrue en épaisseur et en longueur beaucoup plus rapidement que le système fibro-vasculaire correspondant, et si, comme nous le pensons, ce caractère est constant, il peut être d'une grande utilité pour la détermination.

Inflorescences. — Les inflorescences, les unes axillaires et

1. Dans l'*Histoire des plantes de la Guyane française* d'Aublet, des renflements basilaires semblables sont figurés chez le *Parivoa grandiflora* pl. 303, bien qu'il n'en soit pas question daus le texte. Par contre, ils ne sont nullement indiqués chez l'*Ep. falcata*.

les autres terminales, consistent en de longs rameaux dénudés et pendants, pouvant atteindre jusqu'à un mètre de longueur, et ne portant des fleurs que vers leur extrémité. Les fleurs elle-mêmes, brièvement pédonculées, sont serrées à l'extrémité de l'axe commun et sur de rares ramifications latérales Nous avons donc affaire ici, comme chez la grande majorité des Légumineuses, à une grappe composée.

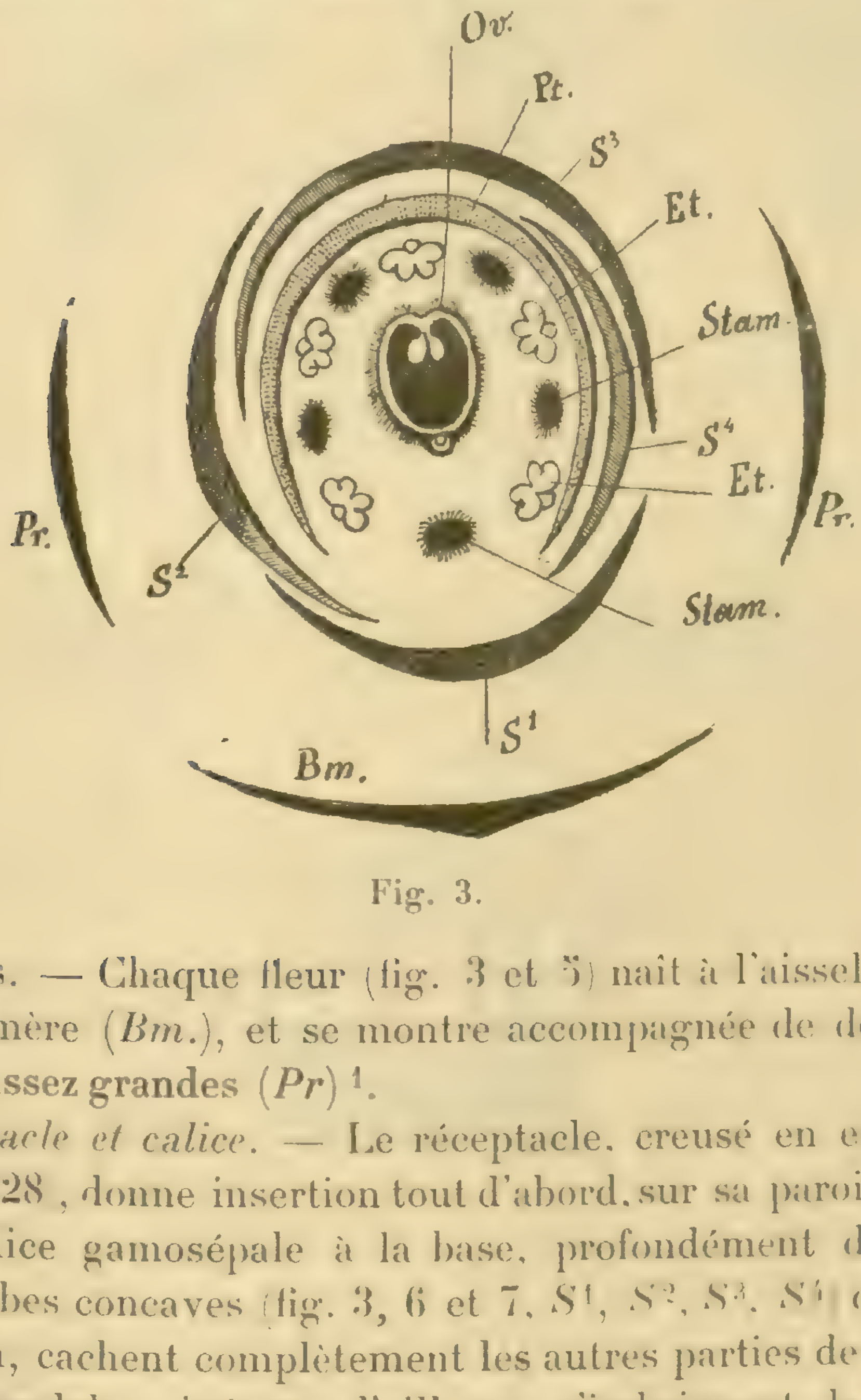


Fig. 3.

Fleurs. — Chaque fleur (fig. 3 et 5) naît à l'aisselle d'une bractée mère (*Bm.*), et se montre accompagnée de deux préfeuilles assez grandes (*Pr*) [1].

Réceptacle et calice. — Le réceptacle, creusé en entonnoir (voir p. 128), donne insertion tout d'abord, sur sa paroi interne, à un calice gamosépale à la base, profondément divisé en quatre lobes concaves (fig. 3, 6 et 7, S^1, S^2, S^3, S^4) qui, dans le bouton, cachent complètement les autres parties de la fleur. Ces quatre lobes, inégaux d'ailleurs, s'imbriquent de la façon

1. Nous n'avons pu trouver que la cicatrice de la bractée-mère, mais les deux préfeuilles se montrent encore à la base des plus jeunes boutons (fig. 5).

suivante : en avant est un lobe extérieur S^1, parfaitement symétrique ; le lobe suivant S^2, à gauche , plus développé, est recouvert en partie par S^1, et recouvre S^3 par son bord supérieur. Le lobe S^3 est le plus grand de tous ; il est pos-

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

térieur, opposé à l'unique pièce de la corolle, recouvert partiellement par S^2,et recouvre largement le lobe S^4, lequel

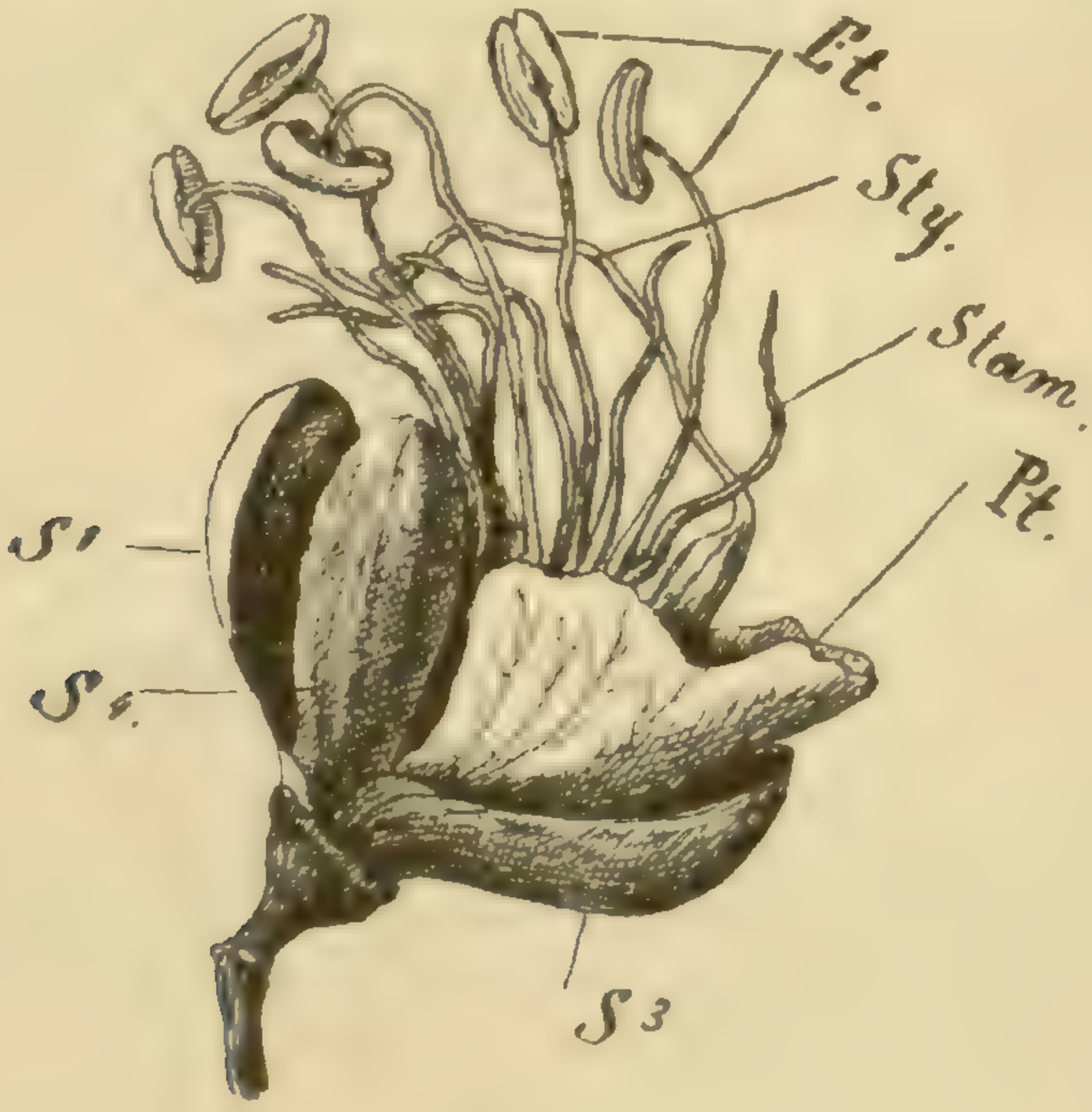


Fig. 7.

est tout à fait interne. La partie recouvrante des lobes calicinaux est dure et épaisse, celle qui est cachée est beaucoup plus mince et de texture presque pétaloïde (v. le diagramme) : il en résulte que, seules, la pièce externe S^1 et la pièce

interne S^1 ont une structure homogène et que leurs deux moitiés sont parfaitement symétriques. La fleur nous paraît devoir être considérée, en réalité, comme pentamère dans tous ses verticilles, la grande pièce calicinale impaire représentant les deux sépales postérieurs, ici concrescents, du diagramme normal des Légumineuses.

Corolle. — Comme chez les genres voisins *Berlinia*, *Pancovia*, *Daniella*, la corolle est réduite au seul pétale postérieur (fig. 3, 6 et 7, Pt), correspondant à l'étendard des Papilionacées. Il est rouge, très ample dans la fleur épanouie, subarrondi et à bords ondulés, inséré sur la paroi postérieure de l'entonnoir réceptaculaire, au-dessus de l'androcée et du gynécée qu'il enveloppe entièrement dans le bouton.

Androcée et gynécée. — Deux causes d'erreur de détermination peuvent provenir d'un examen superficiel des parties internes de la fleur.

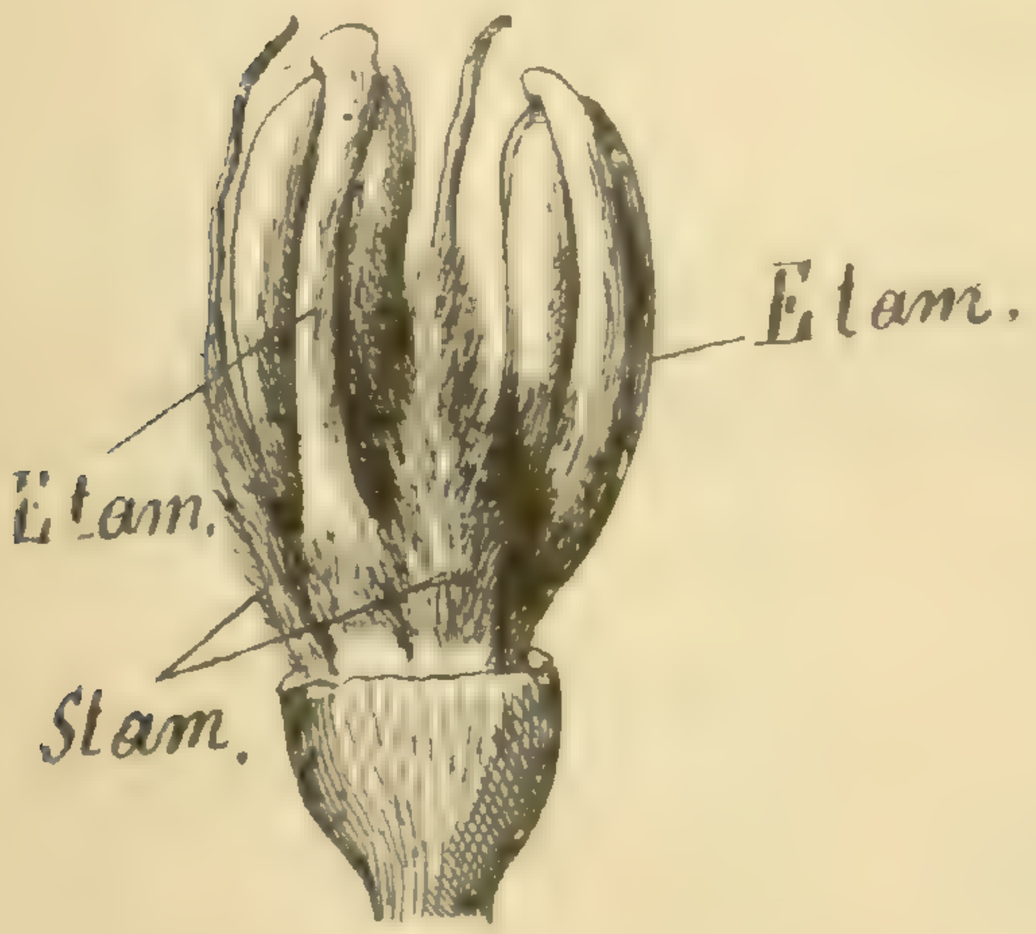


Fig. 8.

Fig. 9.

1° Contrairement aux descriptions diverses qui en ont été faites, l'androcée est constitué, non par dix étamines fertiles, mais bien par *cinq étamines fertiles alternant avec cinq filaments stériles*.

2° L'*androcée* et le *gynécée*, observés dans le bouton, ont un aspect bien différent de celui qu'ils ont dans la fleur épanouie (comparez les figures 6, 8, 9 et 10 avec la figure 7).

Les cinq *étamines* fertiles (fig. 3, *Et.*) correspondent au

verticille staminal interne d'une fleur diplostémonée (une postérieure impaire opposée au pétale unique, deux latérales postérieures et deux latérales antérieures). Dans la fleur en bouton, elles se montrent constituées par un filet velu, court et épais (fig. 8, 9 et 10 *Et.*), surmonté d'une anthère volumineuse,

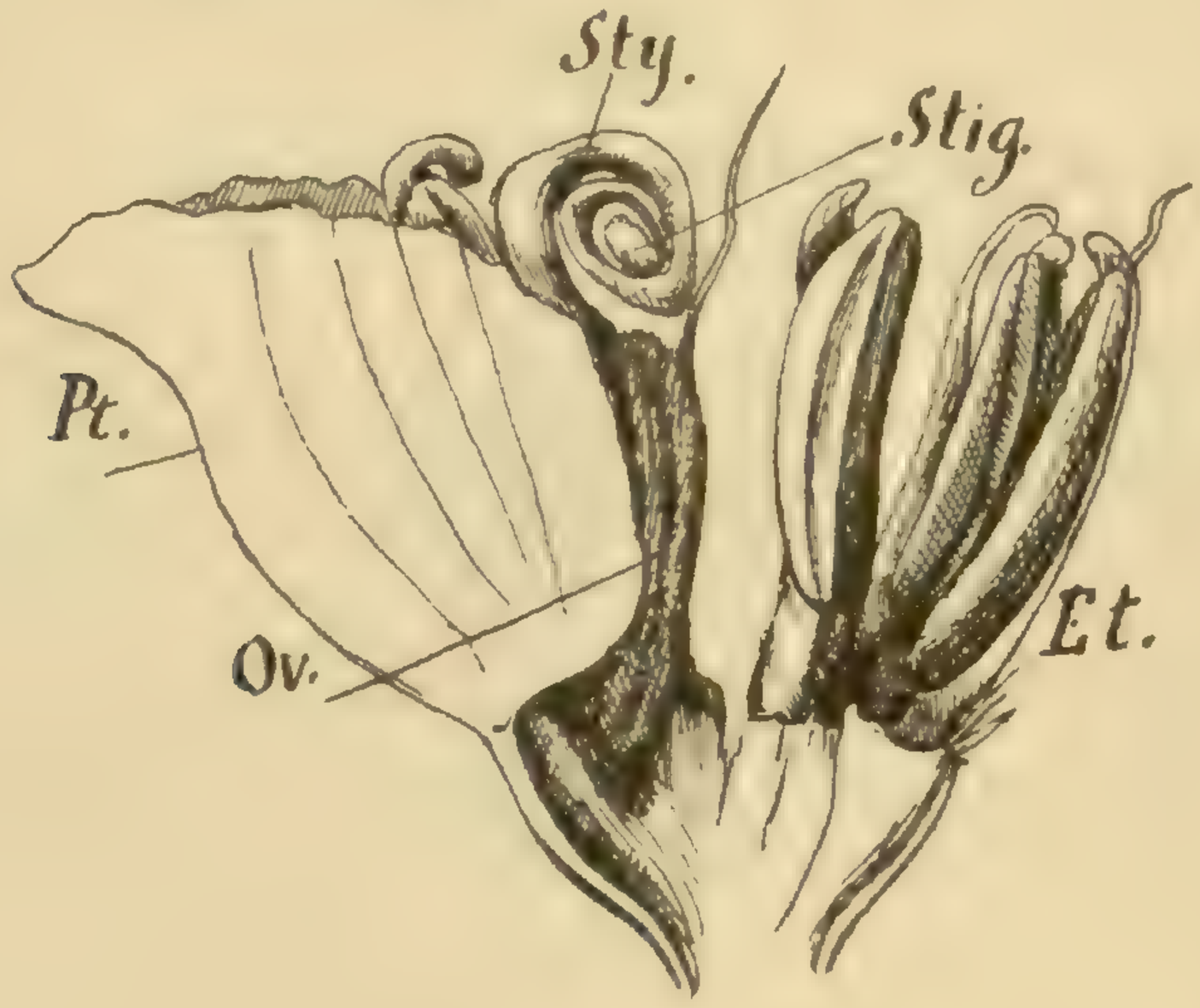


Fig. 10.

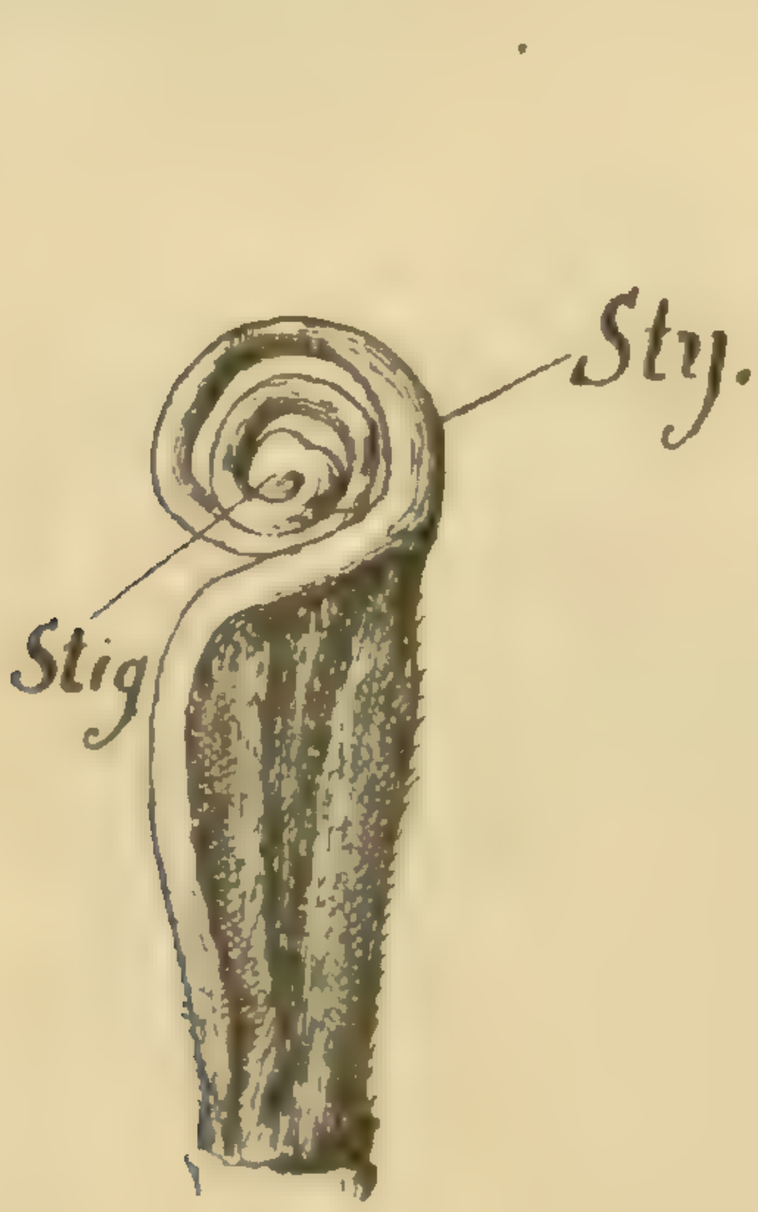


Fig. 11.

Fig. 12.

introrse et biloculaire, dont les deux lobes sont postérieurement réunis par un connectif assez large, prolongé en dessus en un petit appendice. — Les filaments stériles (*Stam.*) sont

formés d'une partie inférieure velue, assez large, progressivement atténuée vers le haut en une seconde région destinée a s'allonger fortement au moment de l'anthèse. Toutes ces pièces sont à peine concrescentes par la base, l'étamine postérieure surtout, qui est presque indépendante.

Comme chez toutes les Amherstiées, le *pistil* est inséré excentriquement sur la paroi postérieure de la cavité réceptaculaire (fig. 3, *ov.*), porté par un court pédicelle. L'ovaire, extérieurement velu, est comprimé par les côtés, oblong (fig. 10, 11 et 12), presque rectiligne en arrière, limité en avant par un bord convexe (nervure dorsale de la feuille capellaire); ce bord est parcouru par les faisceaux vasculaires qui se dirigent en haut et en arrière pour pénétrer dans le style. Le style (*Sty.*) glabre, filiforme, est plusieurs fois enroulé sur lui-même suivant le mode circiné; il est terminé par un faible renflement stigmatique (fig. 10 et 12, *Stig*).

Dans la fleur épanouie (fig. 7), les filets staminaux (*Et.*) et les staminodes (*Stam.*) ont pris un allongement considérable : les anthères, maintenant versatiles, se trouvent ainsi portées par des filaments grêles et flexueux de 4 à 5 centimètres,

Fig. 13.

dimensions qu'atteignent aussi les filaments stériles. Toutes ces formations sont velues à la base, partie qui s'est le moins modifiée au cours de la croissance. Le style lui-même s'est déroulé et considérablement allongé, de telle sorte que les parties du gynécée et de l'androcée forment alors, en dehors de

la fleur, une sorte de touffe dont l'aspect est bien représenté par Aublet [1].

Fruit. — *Le fruit* (fig. 14 à 17) est une gousse volumineuse, très aplatie sur les côtés, de couleur roussâtre et subto-

Fig. 14.

Fig. 15.

menteuse. Sa forme, qu'on a comparée à celle d'un sabre recourbé ou à celle d'une serpette, est caractéristique, l'un de ses côtés, celui qui correspond à la commissure placentifère, étant légèrement concave, le bord antérieur (correspondant à la nervure dorsale du carpelle) fortement convexe. La place où s'insérait le style n'est plus représentée que par une pointe assez courte, dirigée en arrière.

Il est à remarquer que cette courbure du fruit n'est pas

1. Les figures d'Aublet (pl. 142, fig. 3 et 7) sont parfaitement conformes à la réalité, bien que cet auteur, ainsi que nous l'avons dit déjà, paraisse admettre la fertilité des dix étamines.

toujours aussi accusée ; certaines gousses ont un bord postérieur presque droit et la pointe à peine déjetée en arrière, ainsi que nous l'avons observé sur un échantillon provenant du Musée colonial de Marseille (fig. 15 et 16).

Fig. 16.

Les fruits sont, d'ailleurs, de deux sortes : les uns stériles, fortement aplatis et de consistance coriace, les autres fertiles, plus épais et beaucoup plus grands que les premiers, fortement lignifiés. Ces derniers peuvent mesurer jusqu'à 18 ou 20 centimètres de longueur sur 6 à 8 de largeur. A la maturité, la gousse s'ouvre élastiquement en deux valves [1].

1. Nous verrons que l'on retrouve dans cette gousse, aux points où doit s'effectuer la déhiscence, la même disposition anatomique des tissus déjà connue dans d'autres fruits à déhiscence élastique.

Graines. — Les *graines* sont peu nombreuses (1 à 4), aplaties, larges de plusieurs centimètres, protégées par un tégument lisse, dépourvues d'albumen. L'unique semence que

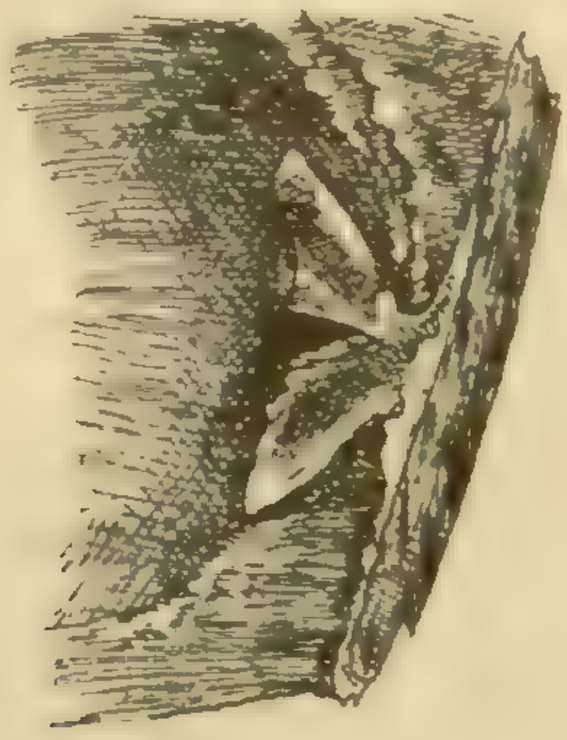


Fig. 17.

nous avons eue à notre disposition (fig. 16) avait un contour ovale assez régulier, un peu différente de la forme que leur assigne Aublet [1]. Une crête charnue peu proéminente règne le long du raphé.

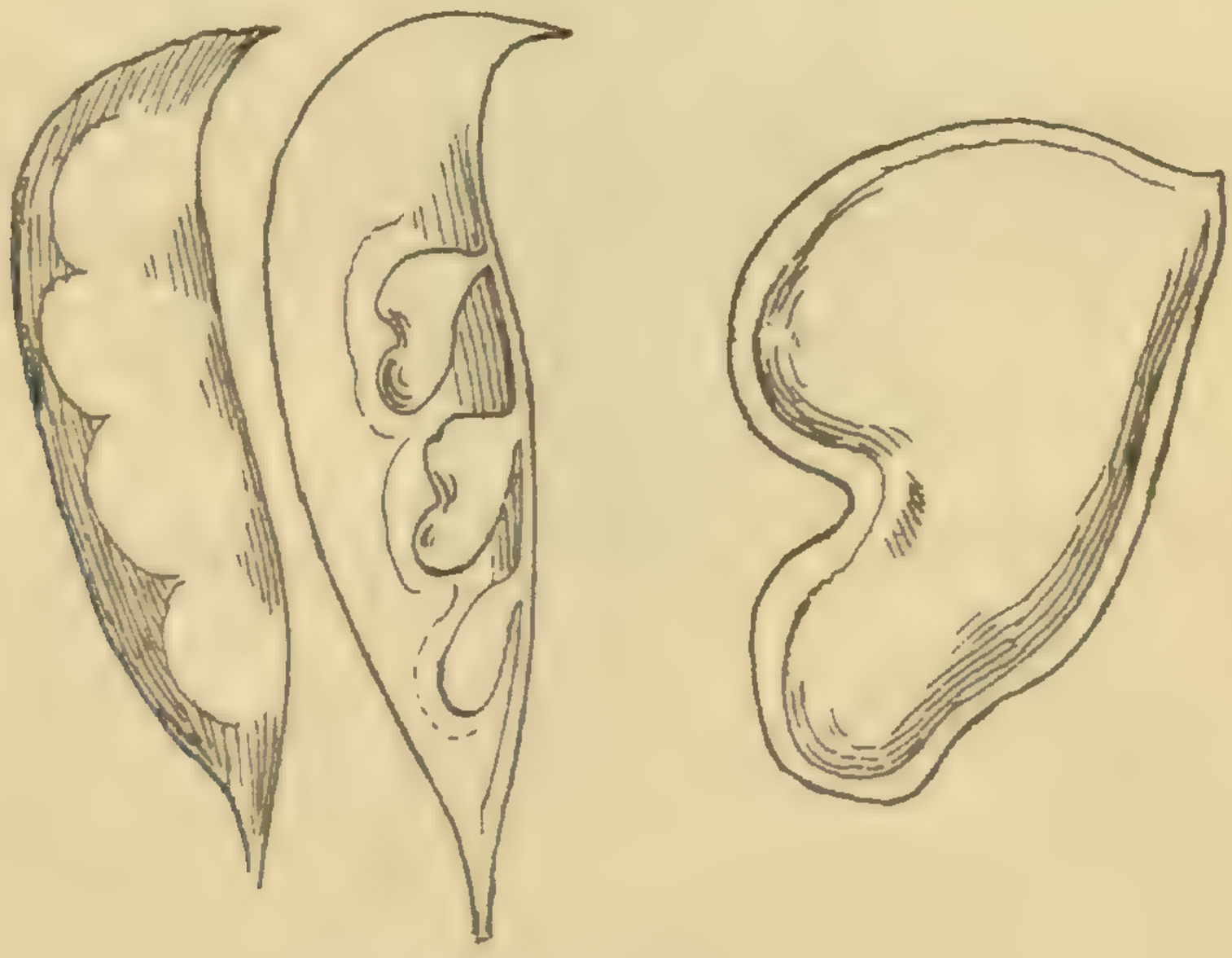


Fig. 18.

L'arille manque. Toutefois, le très court funicule forme. autour du hile, une sorte de petite collerette évasée en entonnoir, peu apparente (fig. 16 et 17), qui est peut-être une

1. Aublet, *loc. cit.*, t. I, p. 371 et pl. 142, fig. 8 et 9. La forme des semences doit, d'ailleurs, varier à cet égard ; en effet, dans sa diagnose latine, cet auteur, moins absolu que dans son texte français, dit simplement : « semina... quandoque latere emarginata » p. 369 .

ébauche de l'arille si bien développé chez d'autres Cæsalpiniées, les *Copaifera* par exemple.

HABITAT ; PROPRIÉTÉS ET USAGES. — L'*Eperua falcata* Aublet (« Wapa gras ou huileux ») est très commun dans les forêts vierges des Guyanes, à 25 lieues environ de la mer, au delà de la ligne des eaux saumâtres des rivières et des fleuves. Il se plaît, d'ailleurs, dans les terrains inondés et toujours humides, tels qu'on en trouve le long du fleuve Maroni. C'est de cette région que proviennent les échantillons qui nous ont été procurés par M. le Dr Heckel et qui nous ont servi dans notre travail [1] ; c'est dans cette région aussi que cet arbre est le plus commun et le plus exploité.

Mais il croit aussi en abondance dans les environs de Cayenne, où on le trouve à côté du *Vatairea guianensis* Aub. ou « Coumaté » et de l'*Inga Burgoni* Aub. ou « Burgoni ».

Son fruit est nommé « Epéru » en langage Galibis, mot qui signifie « Sabre » ; l'arbre lui-même, dit Aublet, est appelé « Vov-Apa-Tabaca ».

Le Wapa huileux fournit deux produits distincts, formés, comme nous le verrons, par deux sortes d'appareils sécréteurs : une *oléorésine*, abondante surtout dans le bois, et *une substance gommeuse* produite surtout dans l'écorce. Bien que cet arbre puisse fournir une assez grande quantité d'oléorésine, jusqu'à 3 kilogrammes par chaque gros pied [2], cette dernière n'est pas extraite et n'est pas employée dans le pays.

Quant au composé gommeux, il s'échappe des incisions que l'on pratique sur l'écorce de l'arbre, ou des fissures accidentelles qui s'y produisent, sous l'aspect d'un liquide rouge, épais qui, en se desséchant, se concrète en une matière ayant l'apparence d'un kino. On ignore si les indigènes utilisent ce

1. Ces échantillons ont été récoltés par M. le surveillant Roch, à l'instigation de M. Heckel, dont Roch a été le correspondant dévoué en Guyane.

2. D'après M. Hayes, agent général des cultures de l'administration pénitentiaire en retraite.

produit que l'on obtient avec la plus grande facilité [1]. L'écorce elle-même est amère, et les indiens Arrouages l'emploient comme émétique.

Grâce à l'oléorésine qui l'imprègne, le bois possède une incorruptibilité relative, et il serait précieux pour les constructions, s'il n'avait le défaut de se fendre avec facilité. Aussi ne l'utilise-t-on que rarement dans ce but ; on s'en sert plutôt, dans les Guyanes, pour faire des bardeaux ou des palissades et pour des pilotis, car il se conserve bien dans l'eau.

La densité de ce bois est de 0,530, sa résistance de 224 kilogrammes.

II. — MORPHOLOGIE INTERNE

Anatomie de la tige.

Par l'ensemble de sa structure, la tige de l'*Eperua falcata* Aub. réalise le type général des Cæsalpiniées ; point d'anomalies ni de divergences considérables, mais seulement certaines particularités que nous signalerons bientôt. Tout l'intérêt qu'offre l'étude de cet organe se rattache à l'appareil sécréteur, car c'est dans la tige seulement que l'on trouve reunies les trois sortes de glandes dont nous avons parlé déjà (p. 141). Nous n'avons pu malheureusement achever notre travail à ce point de vue, car nous n'avons eu à notre disposition que des tiges dont le diamètre maximum était de 1 centimètre, trop petites encore pour montrer l'état et la disposition des réservoirs à oléorésine dans le bois adulte, et trop âgées déjà pour qu'on puisse y étudier leur genèse, et quelques éclats de bois provenant de grosses branches, mais de dimensions trop faibles. Cependant le bois des grosses branches avait été bien observé déjà par Mezger [2], et il nous a été possible d'ajouter quelques

1. M. Hayes pense que les Indiens Galibis se servent de ce suc, mêlé au Rocou matière colorante extraite du fruit du *Bixa Orellana* pour teindre leurs voilures de pirogues, leurs engins de pêche et leurs hamacs.

2. Voy. ***Beiträge z. anat.***, etc.

observations personnelles à celle de cet anatomiste, dont nous confirmons d'ailleurs les données. — Nous exposerons d'abord la structure générale de la tige, et nous reviendrons ensuite avec quelques détails sur l'appareil sécréteur de cet arbre.

Structure générale. — Epiderme. — Sur les rameaux les plus jeunes que nous avons pu étudier, l'épiderme existait encore, recouvrant les premières assises du périderme (fig. 19 *Epid.*). Il se montre formé d'éléments à section transversale quadrangulaire, avec les parois externes assez fortement épaissies et cutinisées.

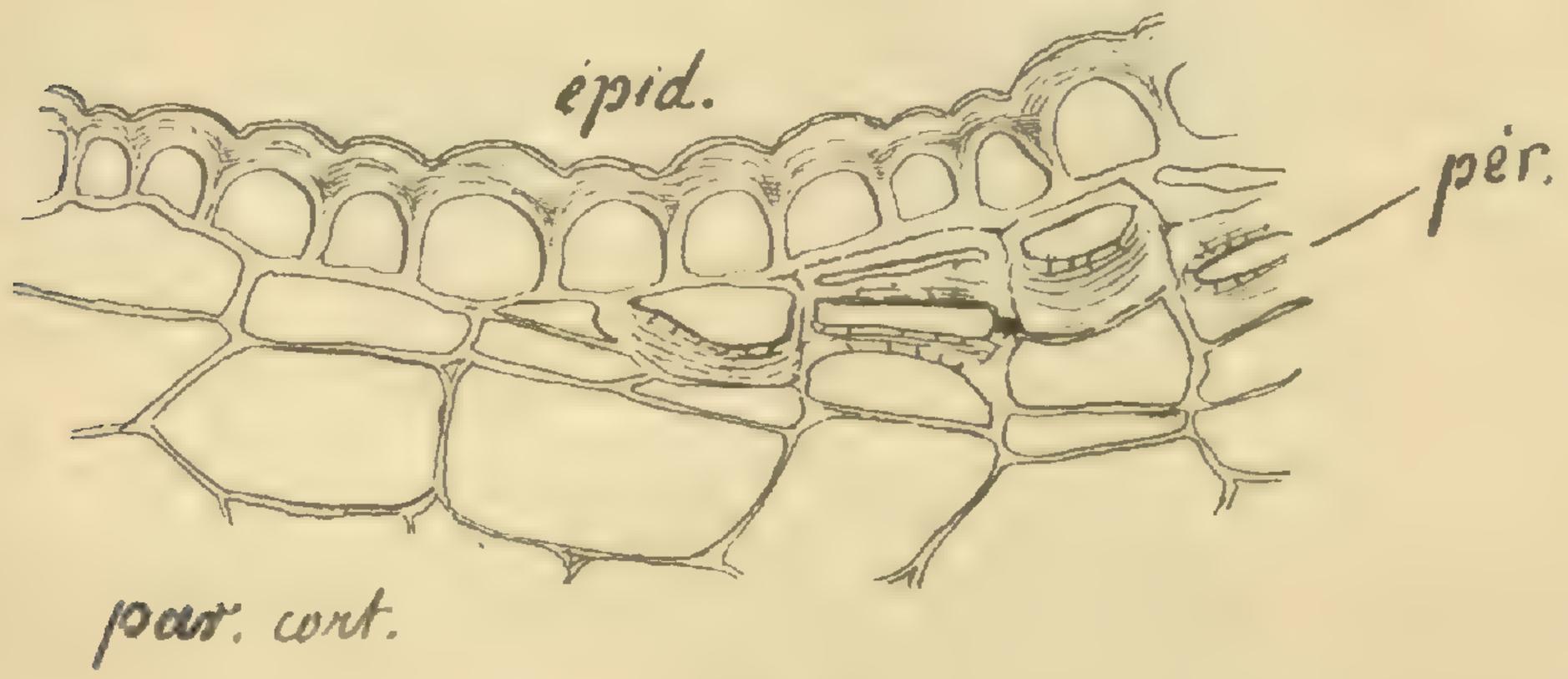


Fig. 19.

Périderme. — Comme chez beaucoup d'autres Cæsalpiniées [1], le périderme est d'origine sous-épidermique ; il forme ainsi, immédiatement au-dessous de l'épiderme avant l'exfoliation de ce dernier, des files radiales d'éléments, cubiques ou plus ou moins aplatis suivant les régions, qui se continuent jusqu'au cambium externe (fig. 20, 22, 24 et 24 *bis*, *Pér.*). Ces cellules sont fréquemment sclérifiées plus tard, isolément ou par groupes, et cette sclérification est quelquefois très précoce (fig. 20 *Pér.*). Les lenticelles sont nombreuses sur les jeunes rameaux (fig. 21 *lent*).

Ecorce. — Le parenchyme cortical (fig. 19, 20, 21 et 22, *Par. cort.*) est relativement étroit ; il est formé, dans les axes de quelques millimètres de diamètre, par cinq ou six rangées de cellules arrondies, à parois minces, un peu étendues dans le sens tangen-

1. *Gymnocladus canadensis* Lamk., *Tamarindus indicus*, *Ceratonia siliqua* L., *Bauhinia aculeata* Wall., etc.

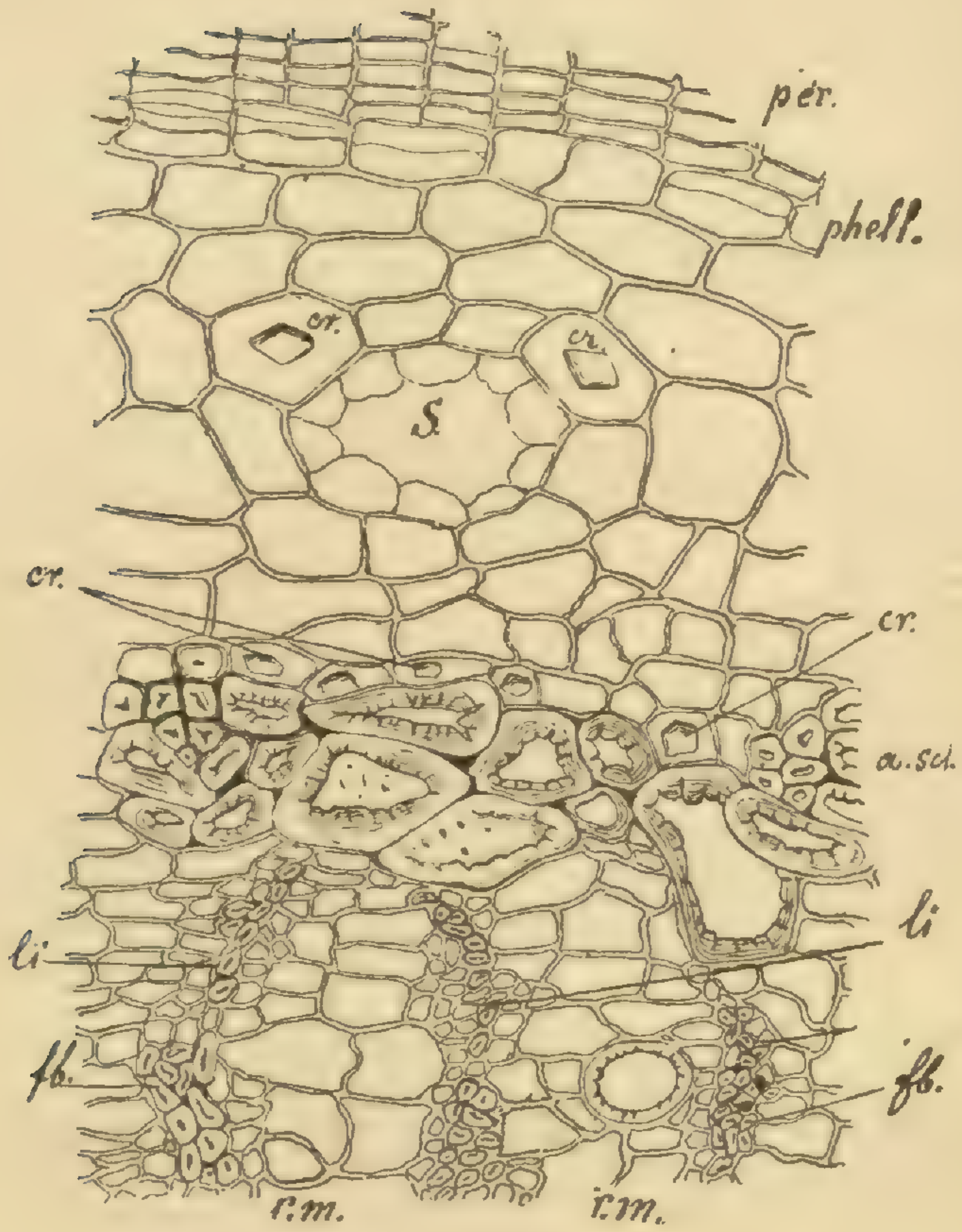

per.
phell.
cr.
cr.
S
cr.
cr.
a. sci.
li
li
fb.
fb.
r. m.
r. m.

Fig. 20.

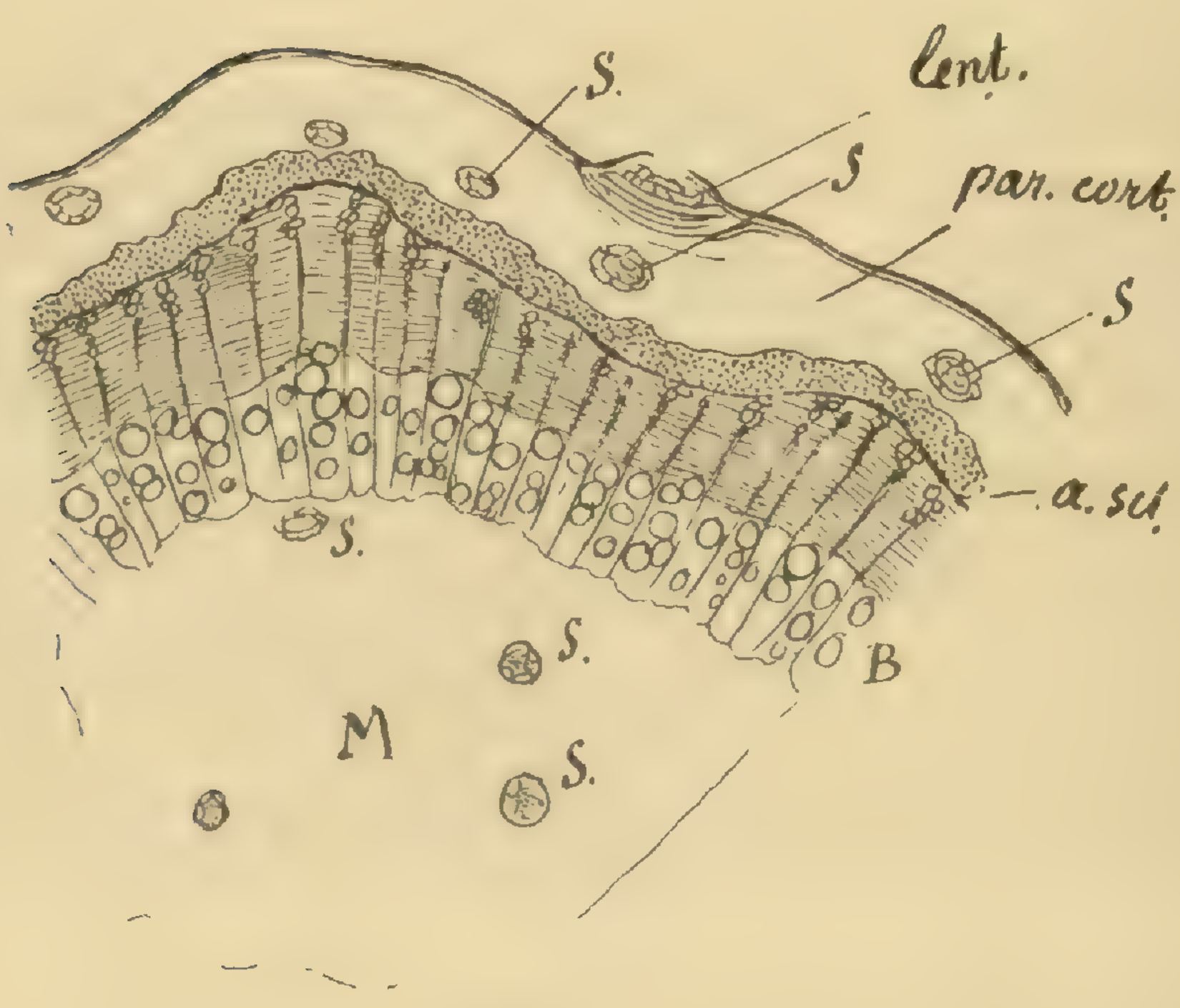

S.
lent.
S
par. cort.
S
a. sci.
S.
S.
S.
M
B

Fig. 21.

tiel. Beaucoup d'entre elles, distinctes des autres seulement par une tendance à se superposer longitudinalement et à s'accroître quelque peu dans le sens de l'axe, sont déjà occupées par un contenu d'un jaune fauve, qui devient de plus en plus abondant avec l'âge (fig. 23, à gauche) ; il arrive même parfois que,

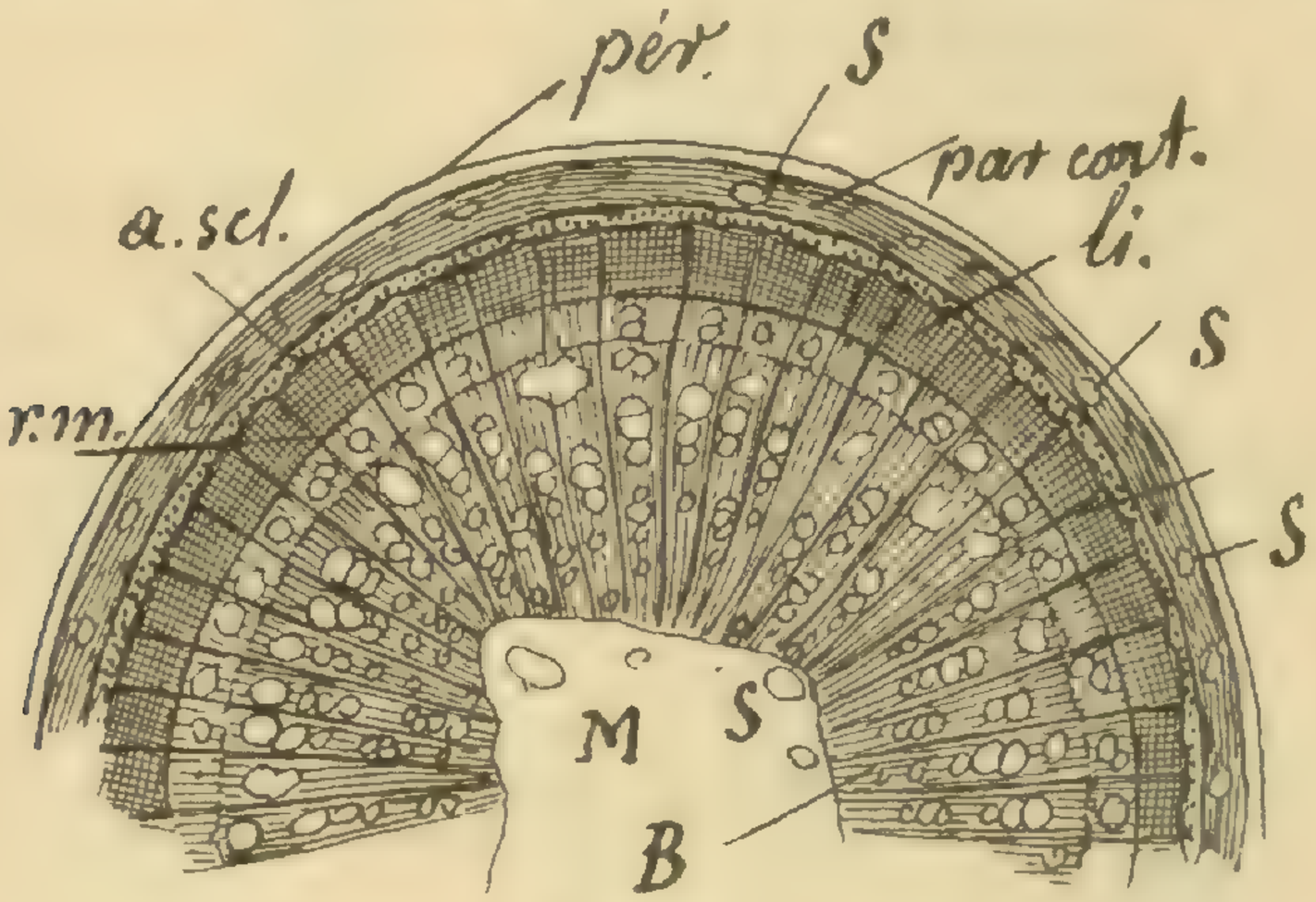


Fig. 22.

dans certaines tiges d'un très faible diamètre, *tous les éléments* du parenchyme cortical sont également gorgés de ce produit dont la sécrétion n'exige aucune spécialisation anatomique profonde.

Le parenchyme cortical est, en outre, le siège de réservoirs à oléorésime dont les cellules de bordure sont très distinctes, à parois minces, et de nature cellulosique (fig. 20, 21 et 22, *S*, *S*) ; ils sont peu nombreux et disposés sans ordre appréciable. Leur importance, comme appareils producteurs de l'oléorésine, est très faible, car la quantité de baume qui s'y forme est très minime relativement à celle qui provient du bois, et ces glandes, en outre, ont une existence éphémère, écrasées qu'elles sont bientôt, en même temps que toute l'écorce primaire, par l'accroissement du liber secondaire.

L'oxalate de calcium s'y montre en cristaux isolés (mais jamais sous forme de mâcles), d'autant plus abondants qu'ils occupent une région plus voisine du péricycle [1].

1. Contrairement à ce que l'on constate dans les sous-familles des Papilionacées et des Mimosées, où leur présence est très rare, les cristaux isolés d'oxalate de calcium abondent chez les Cæsalpiniées,

L'endoderme n'était plus distinct dans les tiges observées par nous.

Péricycle. — L'écorce est séparée du cylindre central par la gaîne péricyclique dont la présence est à peu près constante chez les Cæsalpiniées. Elle est continue déjà dans les axes d'un faible diamètre (fig. 20, 21, 22, 24 *A. scl.*) ; elle consiste en

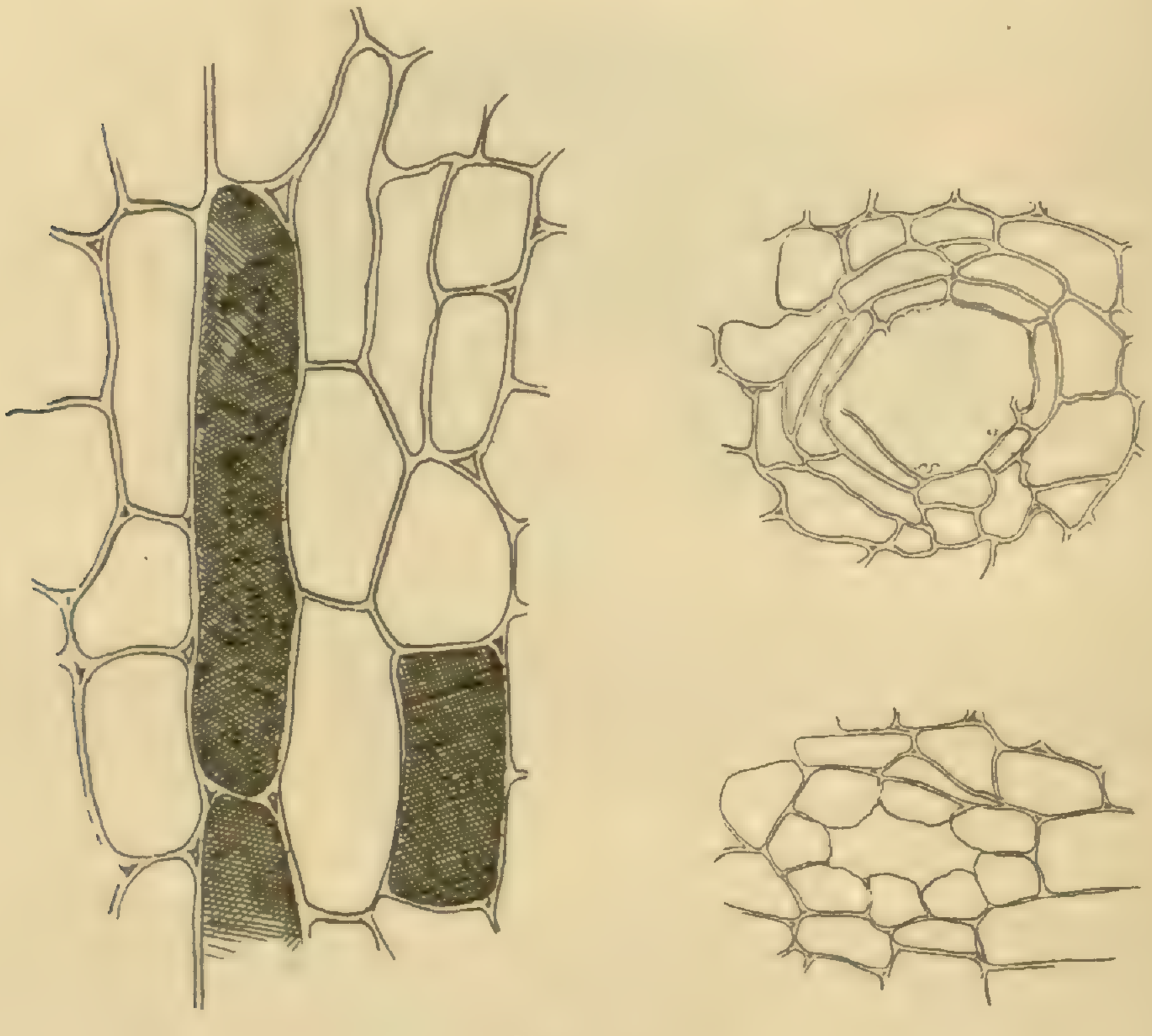


Fig. 23.

fibres dont le calibre est variable suivant l'âge, et en cellules scléreuses, très diverses comme forme et comme dimensions (fig. 20, *A. scl*). Les cristaux d'oxalate se pressent contre cette gaîne (fig. 20, *Cr.*) ; comme on l'observe mieux encore dans les tiges d'un plus grand volume, ces cristaux se montrent, en certains endroits, contenus dans des cellules disposées en files longitudinales et dont l'ensemble affecte la longueur et la forme, atténuée aux deux extrémités, des fibres aux quelles elles sont associées, de telle sorte qu'on se croirait en présence de vraies fibres divisées par de fines cloisons transversales en compartiments occupés, chacun, par un cristal

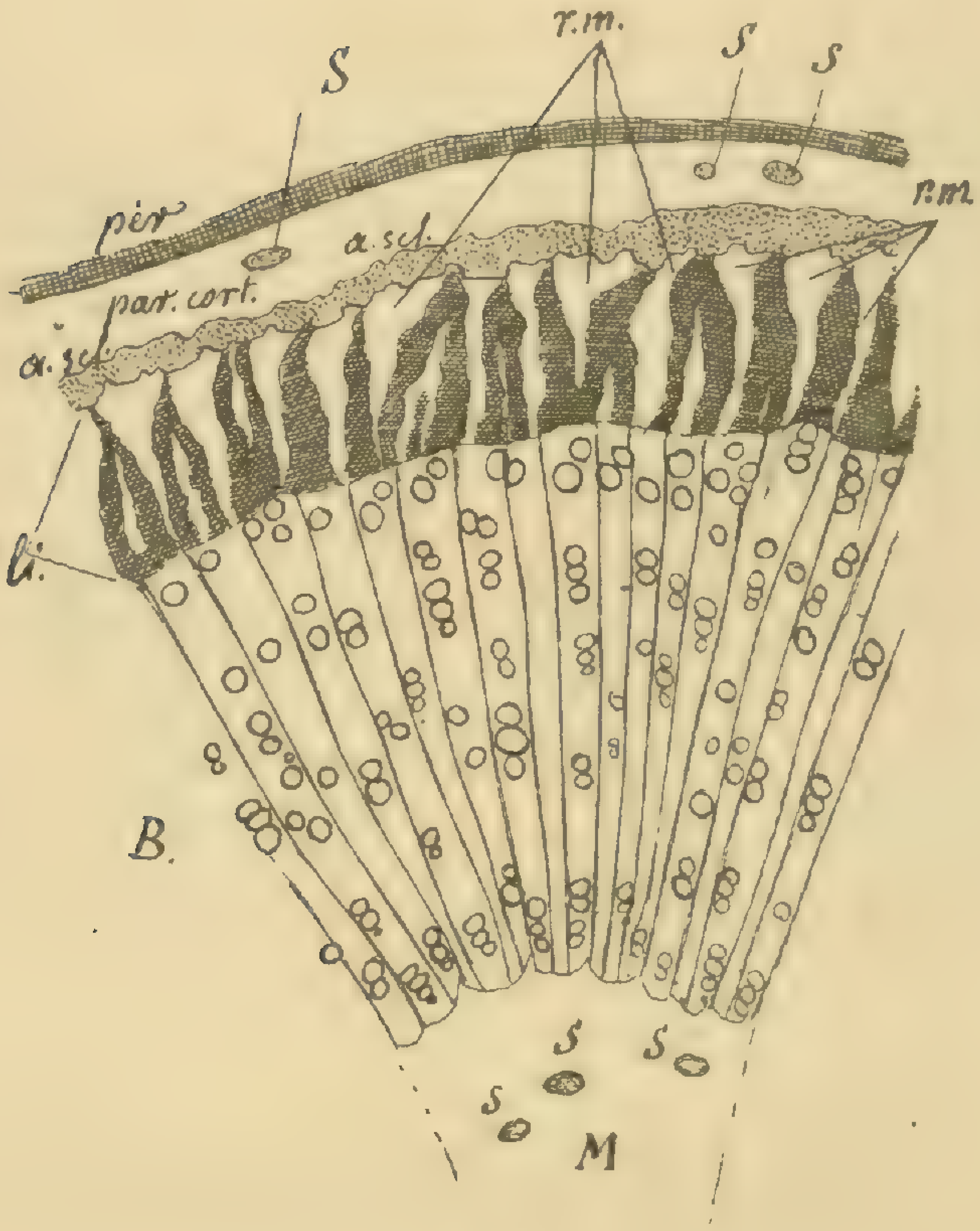


Fig. 24.

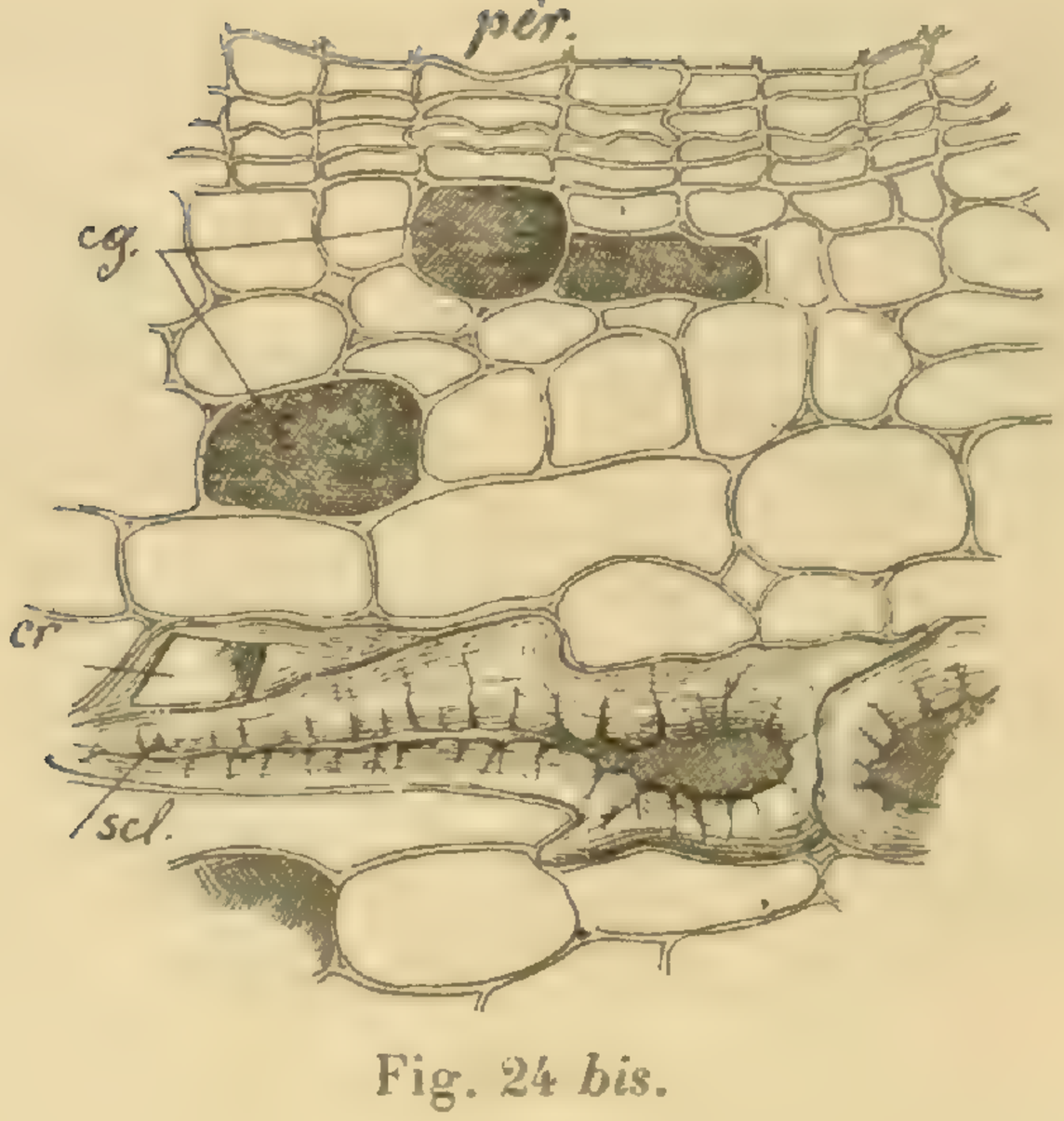


Fig. 24 *bis*.

(fig. 25, et 26); ailleurs ils se montrent enclavés dans la

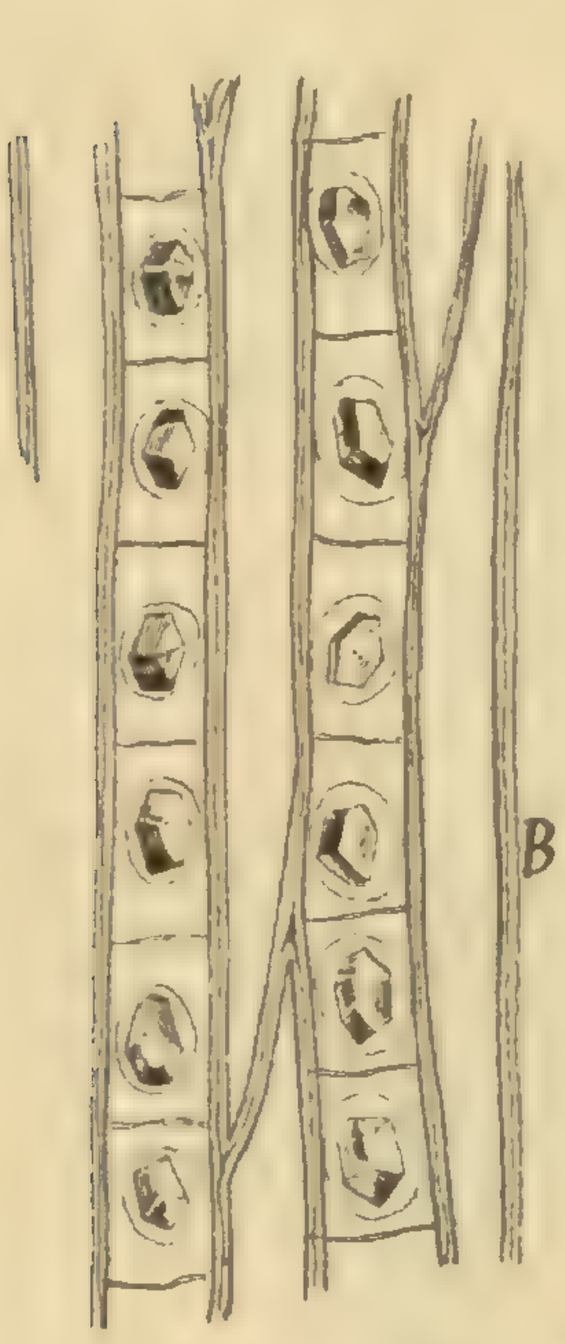


Fig. 25.

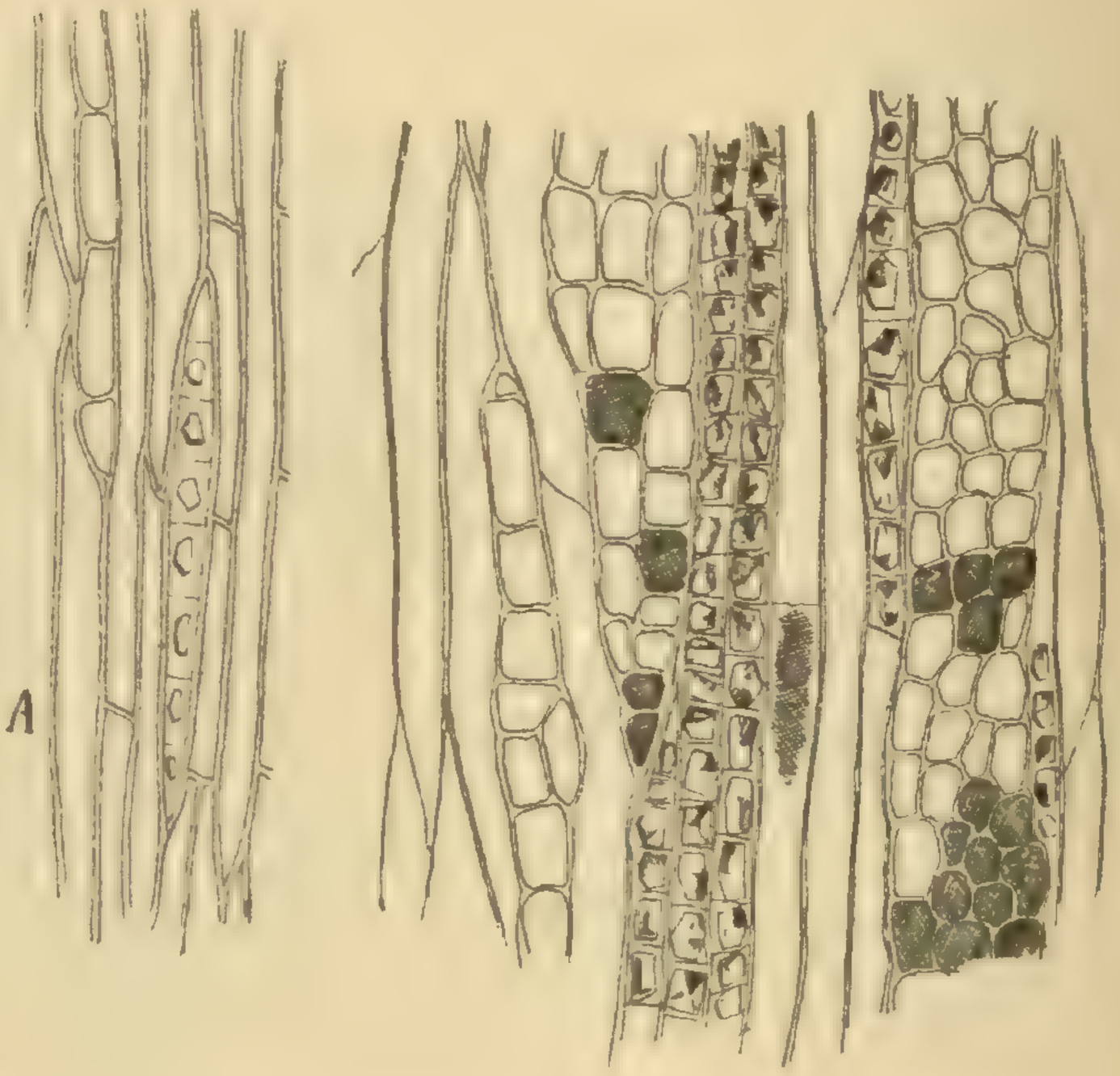


Fig. 26.

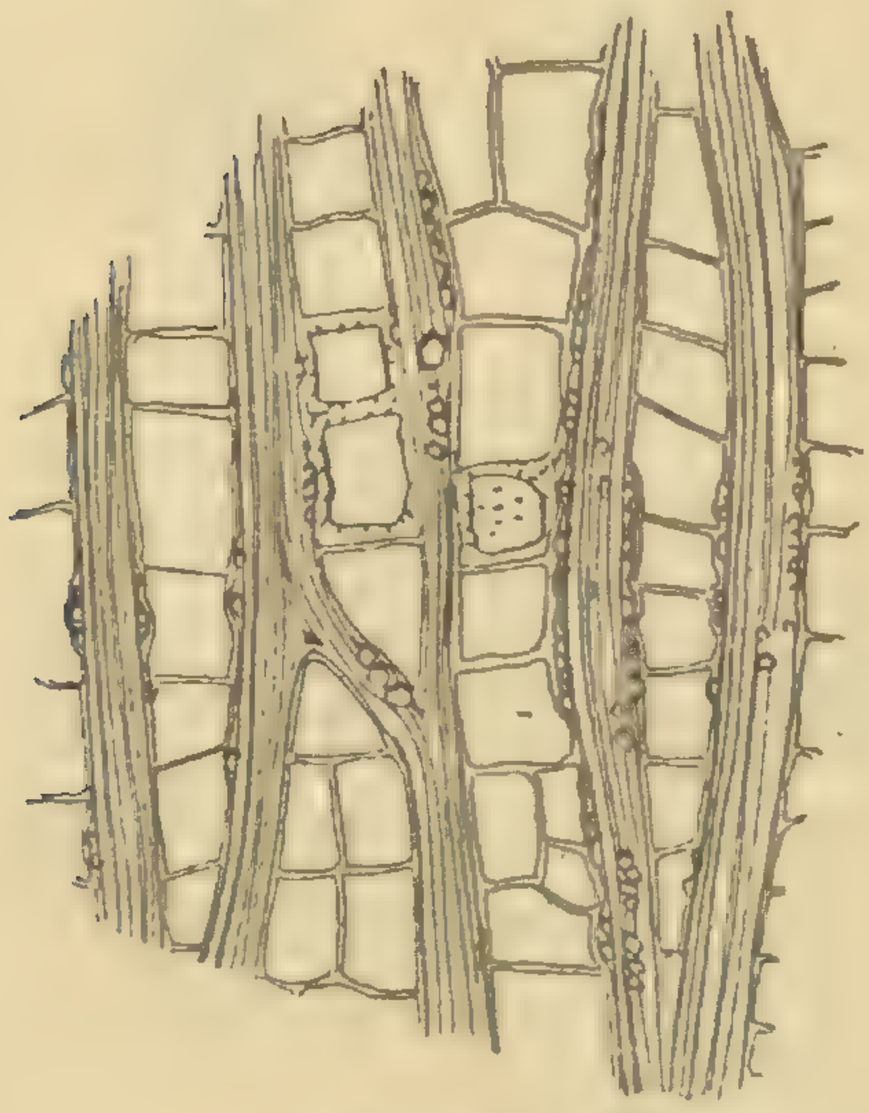


Fig. 27.

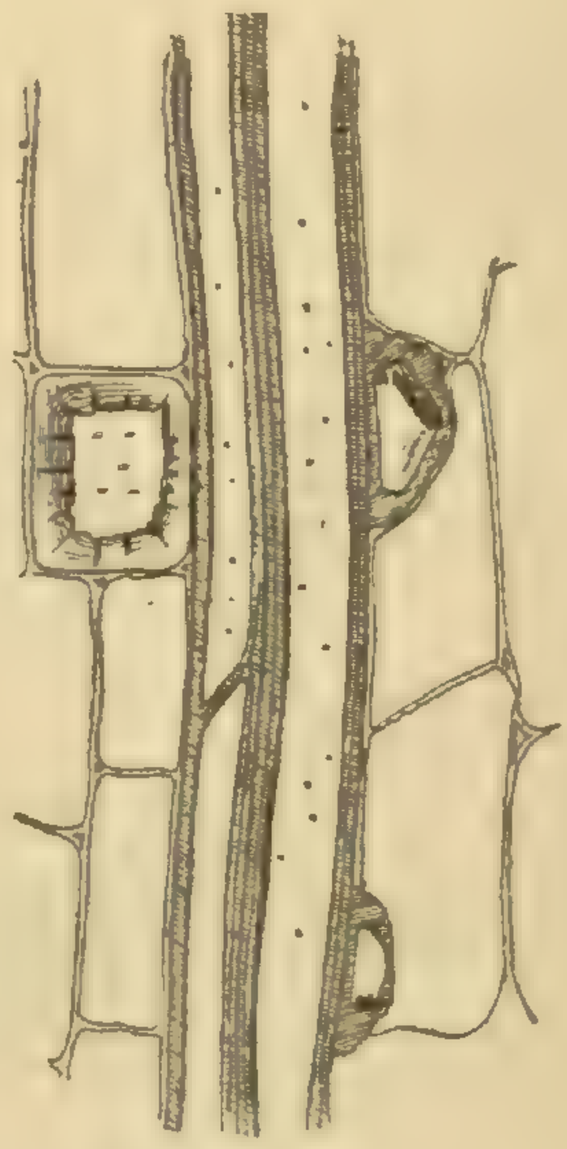


Fig. 28.

paroi même des fibres et des cellules scléreuses (fig. 24 *bis*, 27 et 28) [1].

1. La présence de cristaux d'oxalate inclus dans des épaississements de la paroi cellulaire ne constitue nullement un caractère spécial pour ce genre; mais ils sont particulièrement abondants dans la plante qui nous occupe et, comme nous le verrons plus loin, on en trouve même dans le parenchyme foliaire.

Zone libérienne. — Le liber est traversé par des rayons médullaires nombreux. Ceux-ci, unisériés en général, plus rarement bisériés dans le bois et le cambium, s'élargissent ordinairement en pénétrant dans le liber, et se divisent plus en dehors par des cloisons radiales. Les rayons médullaires s'étalent ainsi en éventail de l'intérieur vers l'extérieur, dans les tiges d'un certain diamètre (fig. 20, 24 *Rm.*). Dans ces conditions, le tissu libérien (fig. 21 et 24 *li*) forme, sur les coupes transversales, des traînées qui se terminent en pointe vers le péricycle. Mais de bonne heure, au sein du liber mou secondaire, apparaissent des fibres (fig. 20, 24 *fb*, et,

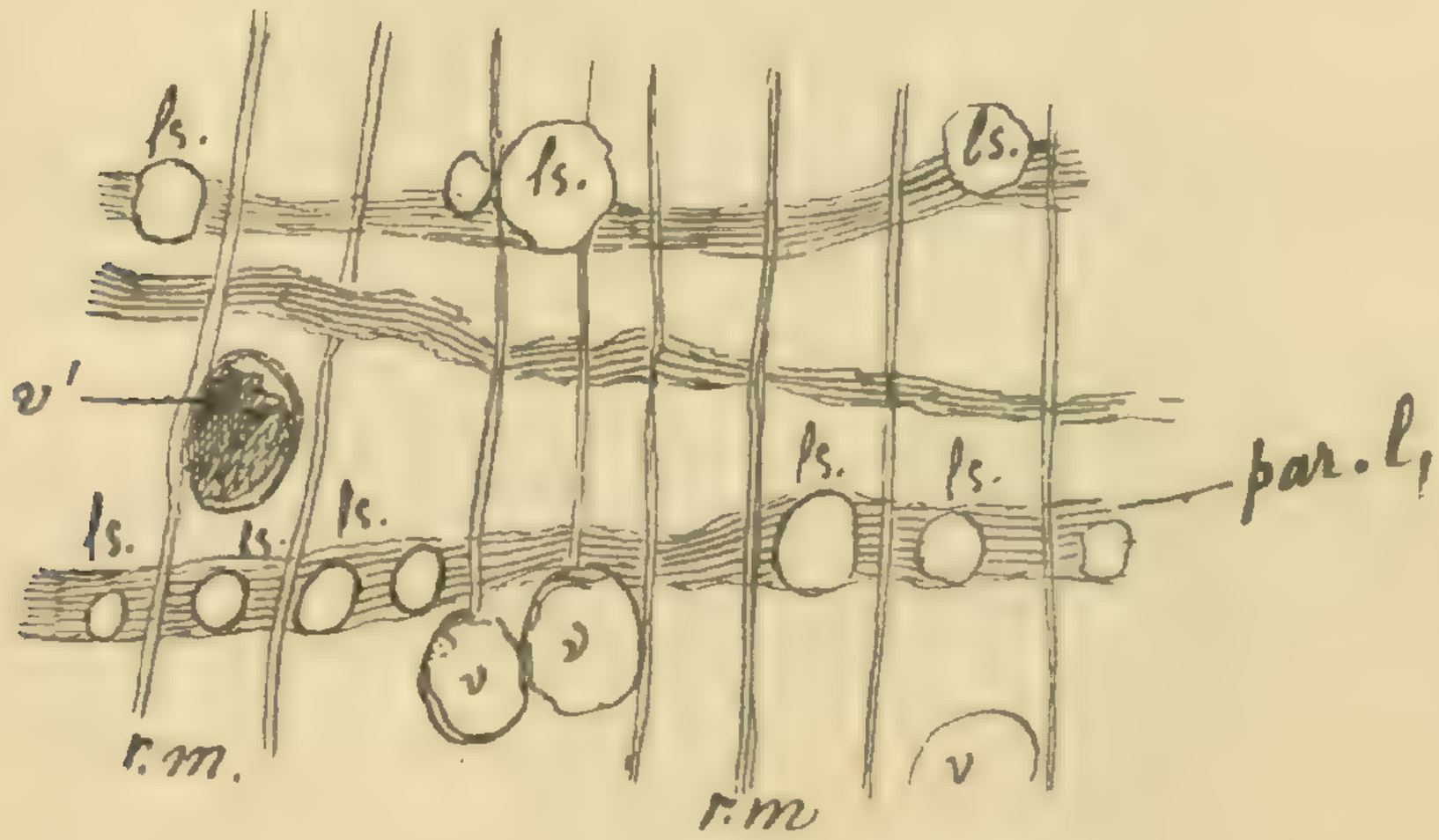


Fig. 29.

en outre, fig. de 25 à 28), très analogues à celles du bois, soit en îlots, soit groupés en séries tangentielles. Ces fibres forment plus tard, dans les grosses branches, de puissants faisceaux, anastomosés en un réseau dont les mailles sont occupées par le parenchyme à contenu gommeux.

Bois. — Le *bois*, séparé du liber par un *cambium* qui n'offre d'autre particularité que celle dont il sera question plus loin, à propos des lacunes glandulaires, forme un cylindre continu, coupé par de nombreux rayons médullaires, presque tous unisériés (fig. 21, 22 et 24 *B*). Il se compose de vaisseaux, de fibres et de parenchyme ligneux, ce dernier disposé en bandes tangentielles étroites (fig. 29, 30, 31 *Par. l.*) et les gros vaisseaux, bien qu'ordinairement noyés dans le prosenchyme,

sont souvent entourés eux-mêmes par une rangée de petites cellules aplaties. Ici, comme chez les *Copaifera* et les *Daniella*, c'est dans ces bandes parenchymateuses que se localisent, au moment de leur formation tout au moins, les lacunes à oléorésine que nous avons mentionnées déjà ; l'analogie qui se révèle dans ces trois genres au point de vue de la structure du bois, se poursuit en ce qui concerne l'appareil sécréteur, ainsi qu'il résulte des travaux de M. L. Guignard indiqués plus haut [1]. Les éléments du parenchyme ligneux, en coupe transversale, ne se

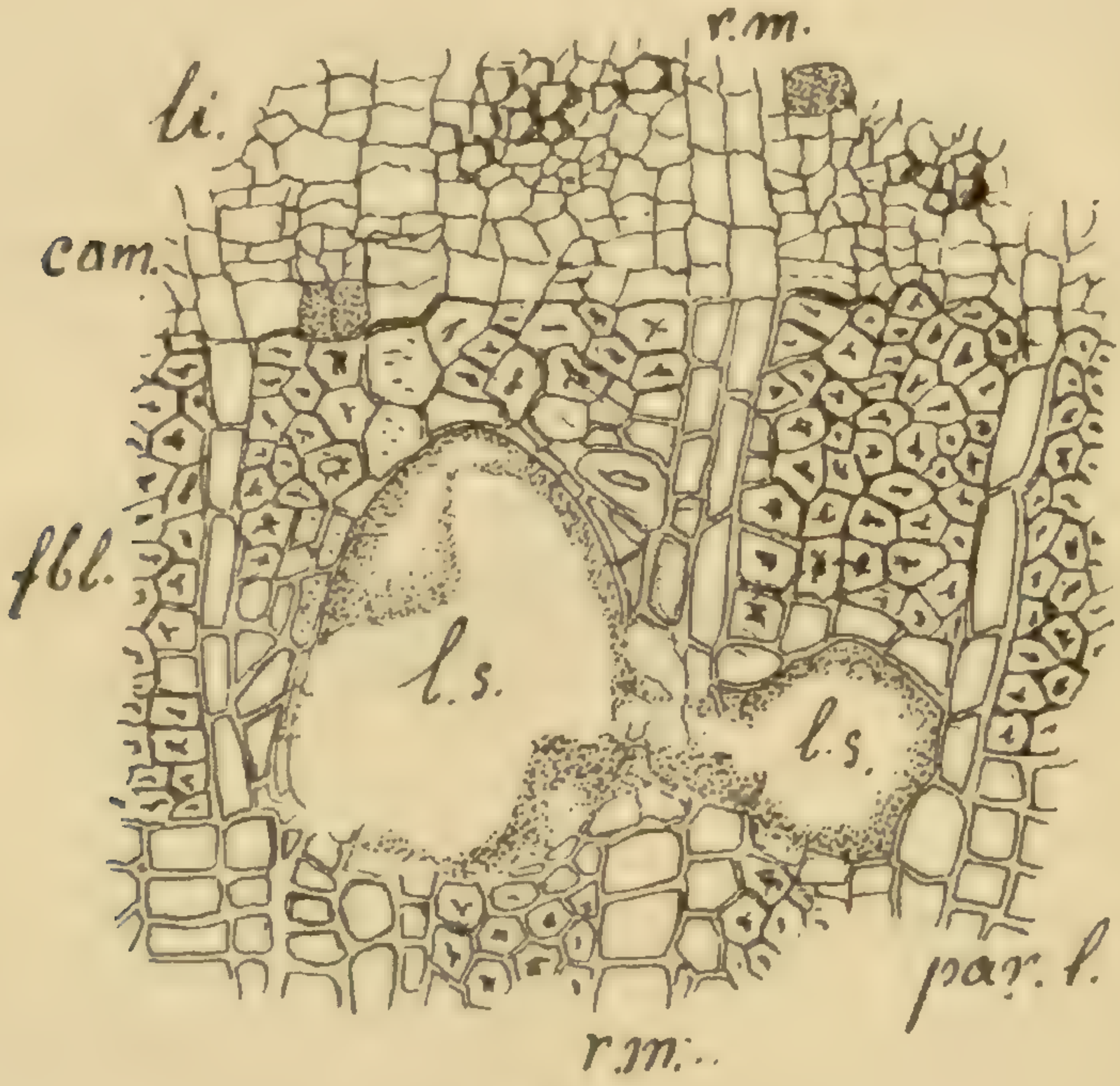


Fig. 30.

distinguent guère de ceux du prosenchyme, dont ils ont à peu près le diamètre, que par leurs parois beaucoup plus minces et leur lumen beaucoup plus large. Mais les fibres sont nettement mises en évidence par l'emploi des colorants des éléments lignifiés, tels que le vert de méthyle ; leur lamelle moyenne prend alors une teinte très vive, tandis que les zones d'épaississement demeurent à peu près incolores (fig. 30, 31 *fb. l.*). Les fibres du liber offrent le même caractère. — Les

1. Voy. note 1 et 2, page 124.

éléments du prosenchyme et ceux du parenchyme ligneux sont ponctués.

Excepté au pourtour de la moelle, où l'on trouve, comme partout, des trachées déroulables, des fausses trachées, etc. d'un faible calibre, le bois est pourvu de gros vaisseaux dont les cloisons transversales sont plus ou moins complètement résorbées ; ils sont isolés ou réunis par deux ou par trois. Leur

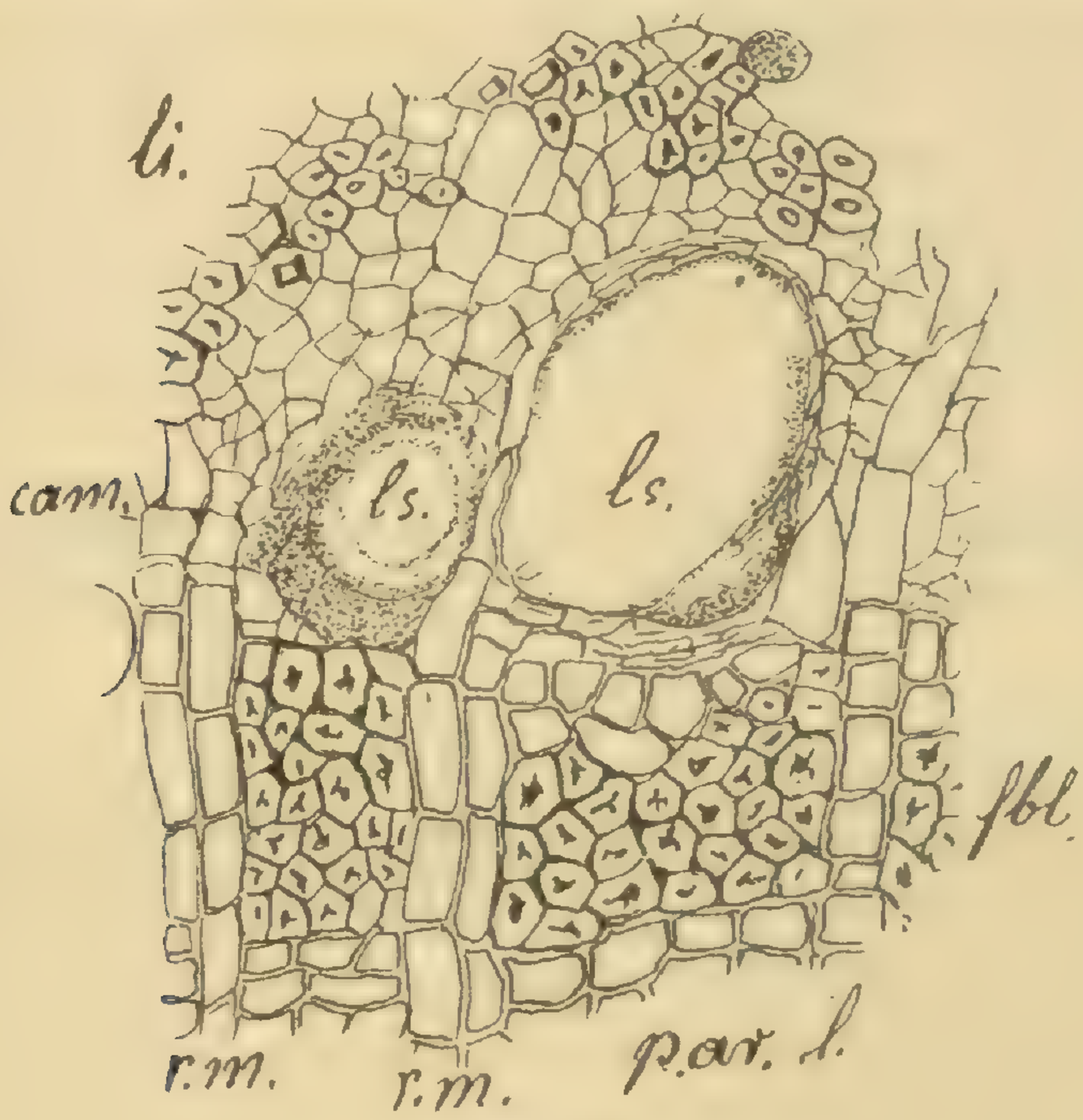


Fig. 31.

diamètre est souvent assez large pour occuper tout l'intervalle laissé entre deux rayons médullaires. Indépendamment des gros vaisseaux à ponctuations simples, nous en avons rencontré beaucoup marqués d'aréoles dont le contour interne était en forme de boutonnière transversale ou oblique. Ainsi que l'a signalé Mezger [1], ils sont souvent obstrués, dans les tiges d'un certain âge, par une matière brun jaunâtre, d'aspect résinoïde, analogue à celle que M. L. Guignard a mentionnée chez les *Copaifera* ; cette matière présente tous les caractères du contenu gommeux des divers parenchymes (voy. ci-dessus).

1. Mezger, *loc. cit.*, p. 879.

Moelle — La moelle enfin, assez réduite dans les tiges âgées (fig. 21, 22, 24 *M*), est constituée, au centre, par de grandes cellules arrondies, devenant ensuite d'autant plus petites qu'elles se rapprochent davantage de la périphérie. On y trouve en abondance de l'amidon en grains arrondis, laissant voir quelquefois, à un très fort grossissement, un très petit hile linéaire, ou bien à trois ou quatre branches — On y trouve également des glandes à oléorésine, semblables à celles de l'écorce, mais peu nombreuses et disséminées sans ordre appréciable. Quelques-unes sont placées tout contre le bois, mais toujours séparées de ce dernier par les éléments de la moelle périphérique. Ces glandes sont naturellement plus persistantes que celles de l'écorce, puisque la moelle ne disparaît pas comme cette dernière.

Appareil sécréteur. — Ainsi que nous l'avons dit plus haut (page 125), l'appareil sécréteur, dans la tige de l'*Eperua falcata* Aub., se présente sous trois formes :

1° Cellules glandulaires, isolées ou groupées ;

2° Canaux sécréteurs, ou mieux *poches sécrétrices* d'origine schizogène, dans l'écorce et de la moelle [1] ;

3° Réservoirs a oléorésine du bois, dont l'accroissement se fait manifestement par voie lysigène, mais dont l'origine première est vraisemblablement schizogène ; c'est du moins l'hypothèse que l'analogie rend infiniment probable.

Cette dernière forme de glandes a son siège exclusif dans le bois de la tige, tandis que les deux premières se rencontrent dans toutes les parties de la plante, même dans la fleur et le fruit.

Les produits fournis par ces appareils sont de deux sortes :

1° L'*oléorésine*, qui prend naissance en petite quantité dans les canaux sécréteurs, mais qui est surtout abondante dans

1. Nous pensons pouvoir employer ce terme de *canaux sécréteurs* pour mieux les distinguer des réservoirs résinifères du bois, bien que ce ne soient, en réalité, que des poches allongées et sans anastomoses entre elles. Mais leur mode de formation concorde exactement avec celui des vrais canaux sécréteurs, et nous ne croyons pas qu'on puisse assigner, entre ces deux sortes d'organes glandulaires, une limite nette.

les réservoirs à oléorésine du bois. Y a-t-il identité chimique complète entre ces deux baumes ? c'est ce qu'il serait, peut-être, assez difficile de déterminer et, d'ailleurs, cette distinction n'offrirait aucun intérêt pratique, car la quantité de substance fournie par les canaux sécréteurs est insignifiante, relativement à celle qu'on peut retirer du bois ;

2° La *gomme*, qui peut être extraite de la plante, sous l'aspect d'un suc rougeâtre, prenant, en se desséchant l'aspect d'un kino. Ce suc peut prendre naissance, ainsi que nous l'avons dit déjà, dans tous les éléments parenchymateux de l'écorce ; on le trouve également dans les cellules du liber, les rayons médullaires, les cellules de la moelle ; les vaisseaux du bois en sont assez souvent obstrués, et on en trouve encore dans le lumen réduit des cellules scléreuses et des fibres. Enfin, bien que la fonction normale des canaux sécréteurs consiste dans la formation d'une essence et d'une oléorésine, et qu'on trouve, en effet, des gouttelettes de baume dans ces sortes de réservoirs, les cellules de bordure n'en contiennent pas moins des quantités de suc gommeux parfois si considérables, que ce suc se concrète et conserve, après la destruction des éléments qui le contenaient, la forme des cavités où il a pris naissance. Il n'est pas rare de rencontrer aussi, surtout dans le pétiole et le rachis, la cavité de ces glandes occupée par de nombreux fragments de suc gommeux concret, arrondis ou anguleux, dont l'origine est d'autant moins douteuse, qu'ils gardent encore l'arrangement des cellules disparues. Mais il est certain que le siège essentiel de cette gomme, dans les tiges âgées, est l'*écorce*, ce mot étant ici employé dans le sens qu'on lui donne en matière médicale, c'est-à-dire s'appliquant à la fois à l'écorce proprement dite et au liber. C'est, du reste, le liber qui constitue la plus grande partie de l'*écorce de Wapa*, que nous croyons utile de décrire.

Ecorce de Wapa. — M. le Dr Heckel nous a adressé plusieurs échantillons assez volumineux d'écorce de « Wapa huileux » pris sur de grosses branches, les uns sans aucune mention spéciale, les autres étiquetés comme « Eperua rouge », d'autres enfin comme « Eperua blanc ». Hâtons-nous de dire que ni les

caractères extérieurs de ces écorces, ni leur structure, ne nous ont permis d'établir entre elles de différences réelles.

Ce sont des fragments de 15 à 20 centimètres de longueur, assez larges et cintrés comme certains quinquinas d'Amérique, d'une épaisseur de 1 cm. à 1 cm. 1/2, assez lourds, fibreux en dedans, recouverts en dehors d'un périderme brunâtre très rugueux, légèrement crevassé, partout ailleurs d'un fauve donnant plus ou moins sur le rouge foncé. L'ablation du périderme met à nu une surface d'un rouge brun, assez lisse, correspondant à ce qui reste du parenchyme cortical, gorgé de suc gommeux. Le périderme et ces tissus réunis n'occupent guère plus de un demi millimètre dans nos échantillons, et se montrent, sur une section transversale ou radiale, sous l'aspect d'une bande étroite brun foncé.

Tout le reste de l'épaisseur de l'écorce correspond au liber, sauf une ligne claire très fine, visible seulement par places, et qui correspond à l'anneau fibro-scléreux du péricycle. C'est donc la zone libérienne, de beaucoup la plus puissante, qui donne aux écorces leur aspect spécial, et qui est le siège essentiel du suc gommeux qu'on en retire. L'ensemble de ce tissu, très dense et très dur au rasoir, présente, à l'œil nu ou armé de la simple loupe, les caractères suivants, différents suivant le sens des sections. En coupe transversale, il montre une série de stries radiales légèrement sinueuses, les unes d'un jaune foncé, correspondant aux traînées fibreuses, les autres rougeâtres, formées par les rayons médullaires chargés de suc. En coupe radiale, la zone libérienne laisse voir une sorte de marbrure, un mélange assez irrégulier de petites plaques rouge foncé et de parties plus claires ; les premières correspondent aux rayons médullaires qui remplissent les mailles allongées du réseau que forment les faisceaux libériens, et c'est à la section de ces derniers que correspondent les taches plus claires. Enfin, les coupes tangentielles montrent la texture fibreuse de l'écorce dans toute sa netteté.

Au point de vue anatomique, nous avons peu de chose à ajouter aux détails que nous avons déjà donnés sur la structure de l'écorce et du liber des tiges d'*Eperua* moins âgées.

Sous le mince périderme, le parenchyme forme encore une bande étroite, d'un rouge sombre, sur lequel tranchent nettement des cellules scléreuses, en paquets irréguliers ou isolées. La gaîne péricyclique se montre comme un cercle de grosses cellules scléreuses entremêlées de fibres, interrompu çà et là par du parenchyme à suc gommeux. Le liber est constitué par de puissants faisceaux sinueux et anastomosés en un réseau à mailles allongées, dans lesquels domine l'élément fibreux accompagné de cellules scléreuses. Les mailles de ce réseau sont remplies par le parenchyme des rayons médullaires qui, dans leur partie la plus large, ne comptent guère plus de deux à trois cellules, et sont gorgées de suc gommeux. Ajoutons à ces détails que les cristaux isolés qui accompagnent les faisceaux fibreux, soit enclavés dans la paroi même des fibres, soit dans de petites cellules disposées en files longitudinales, sont si abondants, qu'ils constituent souvent autour d'eux une véritable gaîne cristalline.

Suc gommeux d'Eperua. — L'étude chimique de l'*Eperua falcata* devant faire l'objet d'une note spéciale, nous nous contenterons de signaler ici les principaux caractères microchimiques qui nous ont permis de distinguer les deux produits de sécrétion de l'*Eperua*.

La gomme, dans les tissus où on la trouve, est remarquable par sa résistance aux dissolvants neutres ; l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforne, etc., la laissent à peu près intacte.

La potasse caustique lui communique tout d'abord une coloration rouge brun plus foncée, puis l'attaque et la dissout lentement, en donnant un liquide brunâtre ;

L'ammoniaque fonce également sa teinte, mais ne la dissout pas sensiblement, au moins à froid.

Le chlorure de soude la jaunit rapidement, puis la dissout en la détruisant.

Les acides lui communiquent une teinte d'un rouge plus intense, et la détruisent plus ou moins rapidement.

Avec l'acide acétique, coloration d'un rouge foncé, puis dissolution lente.

Avec l'acide chlorhydrique fumant, le composé gommeux passe au rouge cerise, puis au rouge vineux.

L'acide azotique lui communique une teinte rouge brun, puis le détruit.

L'acide sulfurique agit de la même manière, mais d'une façon beaucoup plus rapide.

Le perchlorure de fer le brunit, lorsqu'il est employé en solution concentrée.

Toutes ces réactions sont surtout nettes dans l'écorce.

Enfin le suc gommeux fixe avec intensité tous les colorants usuels employés pour colorer la cellullose ou les tissus lignifiés (safranine, vert de méthyle, bleu d'aniline, etc.).

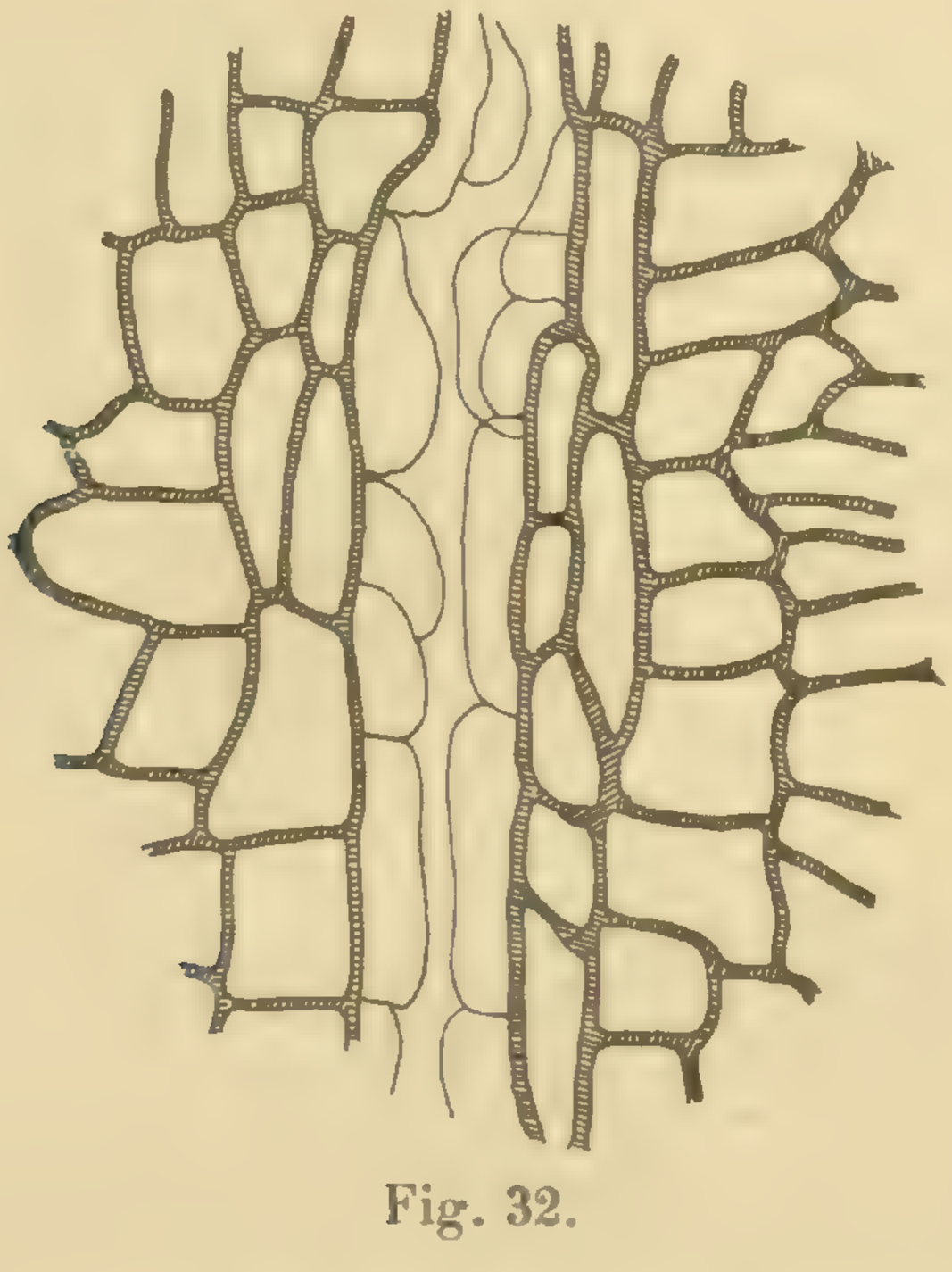


Fig. 32.

Ce dernier caractère est très net, car l'oléorésine reste incolore dans ces conditions ; par contre, celle-ci fixe aisément le rouge d'orcanette, tandis que la teinture acétique de cette racine demeure sans action sur le suc gommeux. — L'action du perchlorure de fer et celle de l'acide sulfurique concentré constituent également de bons caractères distinctifs.

Organes producteurs de l'oléosine. — Ils sont de deux sortes, comme nous l'avons dit :

1° Les *canaux sécréteurs*, ou mieux les *poches glandulaires* de l'écorce parenchymateuse et de la moelle. Nous en connaissons déjà le mode de distribution.

Nous ajouterons très peu de chose ici en ce qui concerne ces appareils. Ils sont arrondis dans leur contour, souvent transversalement elliptiques, entourés par des cellules de bordure sur une, parfois sur deux ou plusieurs rangées (fig. 20, 21, 23 à droite) ; ces éléments conservent toujours, même au sein des tissus sclérifiés, les réactions de la cellulose pure. Ils sont particulièrement nombreux et faciles à observer dans les pédoncules floraux (fig. 34 *S. S.*). — Leur origine schizogène ne laisse aucun doute, et le nombre aussi bien que l'arrangement des cellules de bordure témoignent de leur multiplication

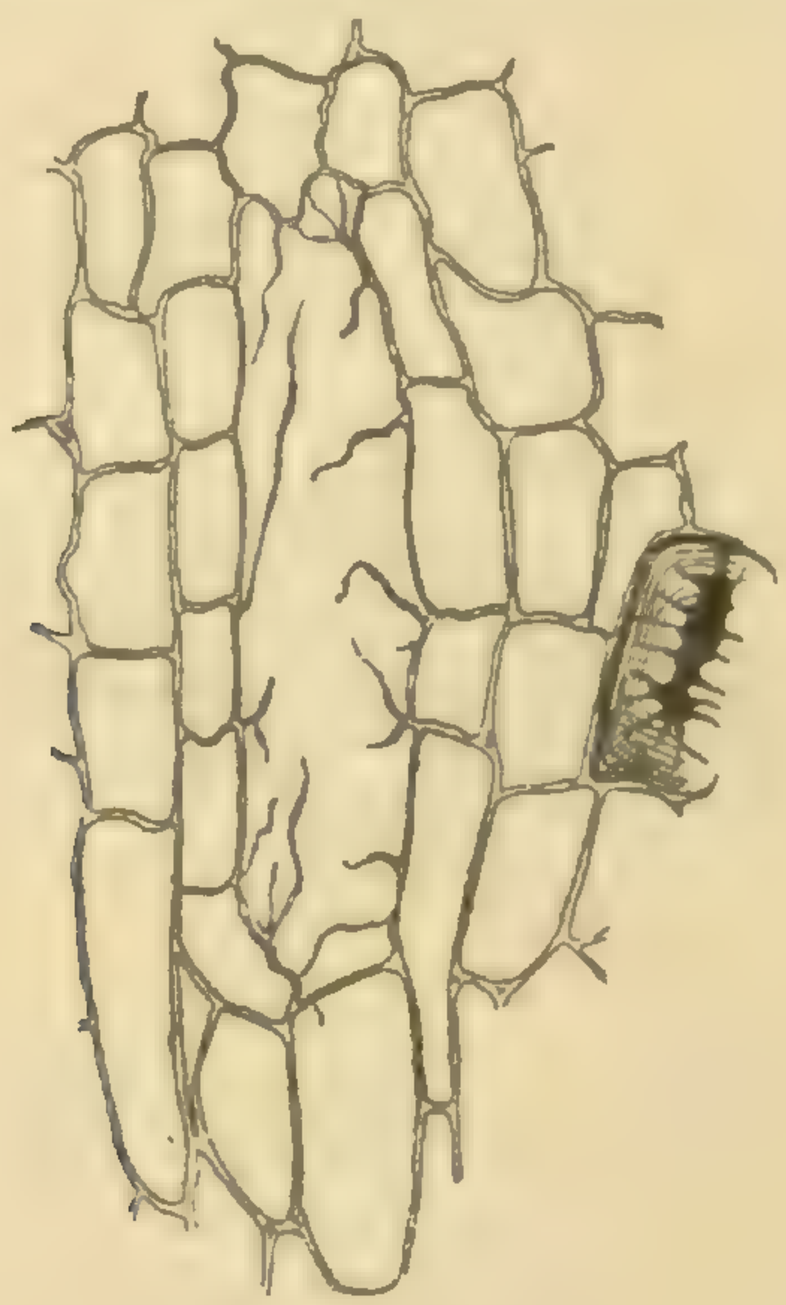


Fig. 33.

par cloisonnement ; comme pour les autres glandes de ce genre, les cellules sécrétantes se détruisent à la fin, et souvent on n'en trouve plus que des débris contre la paroi (fig. 32 et 33). Nous avons dit ailleurs qu'elles participent largement à la propriété qu'ont les cellules du parenchyme de produire du suc gommeux.

2° *Réservoirs à oléorésine du bois.* — Leur siège exclusif est dans le bois secondaire de la tige ; ils manquent totalement dans le bois primaire. Nous n'avons pu les étudier que dans le bois secondaire de rameaux assez minces encore, et nous devons nous contenter de rapporter ici les observations que nous

avons pu faire avec ces matériaux ; elles confirment, en général, les données de Mezger, et montrent que l'analogie qui relie morphologiquement les *Eperua* aux autres Cæsalpiniées à oléorésine, et surtout aux *Copaifera*, se retrouve quant à l'appareil de sécrétion.

Comme Mezger, nous avons trouvé déjà sur des tiges de moins de 1 centimètre des lacunes à oléorésine, et leur contenu révèle aisément sa nature par la facilité avec laquelle il se colore par la teinture acétique d'orcanette. Ces lacunes ont un contour arrondi dans l'ensemble, mais irrégulier (fig. 29, 30, 31 *l. s*). Elles ne montrent point de cellules de bordure

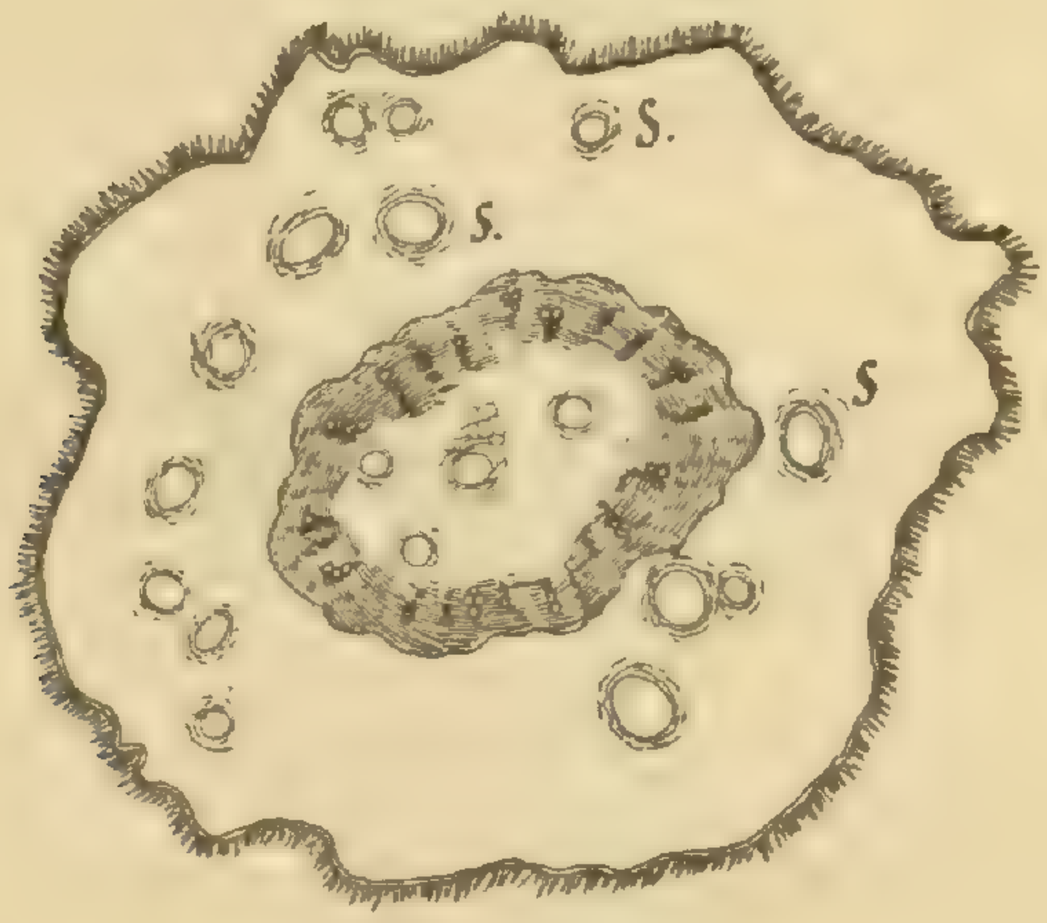


Fig. 34.

spéciales, mais simplement les débris des éléments anatomiques aux dépens desquels elles se sont agrandies. Elles sont distribuées, à des distances variables d'ailleurs, le long des bandes transversales de parenchyme ligneux dans lequel très probablement elles ont pris naissance, mais qu'elles débordaient largement dans les coupes observées (fig. 29 à 31). L'espace compris entre deux rayons médullaires contient un, rarement deux de ces réservoirs. Il n'est pas rare (fig. 30) de voir deux réservoirs, séparés par un rayon médullaire, se fusionner en un seul par disparition des éléments de ce dernier. Ce fusionnement correspond évidemment à une anastomose entre réservoirs d'une même rangée, et il est à remarquer

que M. L. Guignard a constaté un fait semblable pour les canaux sécréteurs du bois des *Copaifera* [1].

Nous nous sommes assuré encore que l'apparition de ces réservoirs dans le bois secondaire est très précoce, et qu'ils atteignent rapidement des proportions considérables, car on en trouve de tout formés déjà dans la zone cambiale (fig. 31 *l. s.*), dans un tissu non différencié encore, mais qu'il est logique de considérer comme destiné à devenir du parenchyme ligneux.

Enfin, l'observation faite par M. L. Guignard, à propos des organes correspondants des *Copaifera* [2], s'applique parfaitement à ceux de l'*E. falcata* : leur situation, leur forme et leurs dimensions peuvent les faire confondre avec des vaisseaux à un examen superficiel et si l'on n'a soin d'employer les réactifs.

Là s'arrêtent nos observations en ce qui concerne ces glandes dont nous n'avons pu voir la formation ; sont-elles dès le début lysigènes, comme certains l'ont admis, Karsten et Tschirch entre autres, pour celles du bois des *Copaifera* ? Cette manière de voir sur l'origine des réservoirs à baume de ces arbres a été reconnue erronée par M. L. Guignard qui en a étudié l'évolution chez les *Copaifera* et chez les *Daniella*, Légumineuses de la tribu des Amherstiées, comme l'*Eperua* ; le début des canaux sécréteurs [3] est bien, dit-il, schizogène et a lieu dans le cambium, mais leur accroissement est autre que pour les autres canaux sécréteurs ; il a lieu, non par division radiale des cellules, mais bien par dissociation et adjonction des cellules cambiales voisines, dans le sens tangentiel et dans le sens radial. L'auteur termine son mémoire sur les *Daniella* par ces mots, en faisant allusion à l'*Eperua falcata* sur lequel Mezger avait publié déjà ses observations : « Il n'est pas douteux aujourd'hui que leur mode de formation (des poches glandu-

1. *Loc. cit.*, p. 254.

2. Mémoire sur l'*Appareil sécréteur des* Copaifera, Bull. Soc. Bot. de France, vol. XXXIX, 1902 p. 240.

3. *Loc. cit.*, l'*Appareil sécréteur des* Copaifera, p. 251 et suivantes. Voir les figures qui accompagnent le texte ; les *Daniella et leur appareil sécréteur*, Journ. de bot., t. XVI, 1902, p. 90 et suivantes, v. les figures correspondantes.

laires du bois) et leur développement ne soient les mêmes que dans les deux Cæsalpiniées que j'ai étudiées dans des conditions favorables ». Nous espérons pouvoir bientôt confirmer cette prévision par l'observation directe.

Anatomie de la feuille

La feuille de l'*Eperua falcata* Aublet présente, dans ses diverses parties, mais surtout dans la gaîne, le rachis et les principales nervures, des particularités de structure utiles pour la diagnose.

Dellien, dans son mémoire sur la structure anatomique des Cæsalpiniées [1], a étudié la feuille chez un certain nombre d'espèces d'*Eperua*, parmi lesquelles il décrit plus spécialement tes trois suivantes, comme représentant, dans le genre, trois types spécifiquement distincts : *Eperua leucantha* Benth. (du Brésil), *E. rubiginosa* Miq. (de Surinam), *Ep. bijuga* Mart. (du Brésil).

Voici, d'ailleurs, les caractères généraux de structure qu'il assigne à la feuille dans ce genre :

1° Présence, dans les folioles, de lacunes glandulaires intercellulaires, pourvues d'un épithélium nettement différencié, et formé d'une assise unique d'éléments. Ces lacunes qui, chez certaines espèces, se montrent à l'œil nu sur la limbe, sous l'aspect de ponctuations translucides (*E. leucantha* Benth., *E. rubiginosa* Miq.), contiennent une sorte de gomme-résine d'un jaune clair, soluble en partie dans l'eau, en partie dans l'alcool, et sont placées, soit au milieu du mésophylle, soit immédiatement au-dessus de l'épiderme inférieur ;

2° Chez les espèces étudiées par Dellien, les cellules épidermiques sont plus ou moins fortement ondulées ; elles possèdent une cuticule délicate et des parois latérales épaissies, de telle sorte que leur lumen est relativement réduit ;

3° Les stomates n'existent qu'à la face inférieure du limbe ;

1. *Ueber die systematische Bedeutung der anatomischen Charactere der Cæsalpinieen.* — München, 1892, p. 84.

ils possèdent deux cellules accessoires orientées parallèlement à l'ostiole, et les bords externes des cellules stomatiques ont un rebord que l'auteur compare aux deux replis longitudinaux d'une enveloppe de lettre [1] ;

4° Les nervures, accompagnées par des cristaux d'oxalate de calcium, sont entourées par un cylindre de cellules sclérenschymateuses ; ces éléments forment, au-dessus et au-dessous de la nervure, une sorte de lame ou de cloison qui la met en relation avec les deux épidermes [2] ;

5° La structure du limbe est bifaciale ;

6° On n'y observe point de mâcles.

Ces caractères généraux se retrouvent chez *Eperua falcata* avec quelques modifications que nous ferons connaître et qui sont, peut-être, spéciales. Mais le mode de distribution et la marche des faisceaux libéro-ligneux dans le pétiole commun offrent des particularités très nettes et d'une observation facile ; nous n'avons pu malheureusement nous assurer, faute de matériaux, si nous avions affaire à des caractères spécifiques ou, ce qui est beaucoup plus probable, à des caractères génériques.

Gaine et pétiole. — Comme dans un grand nombre d'autres cas, la gaîne reçoit trois faisceaux, un médian et deux latéraux, qui se détachent du système libéro-ligneux de la tige (fig. 35, I et II). Les deux latéraux s'isolent les premiers dans l'écorce de l'axe-mère où ils forment, vers l'extrémité de l'entre-nœud qui précède le point d'insertion d'une feuille, deux traces foliaires qui se portent obliquement vers l'extérieur [3] et en bas pour venir s'accoler au faisceau médian,

1. Il existe ainsi, en avant de l'ostiole, une sorte de *préchambre* qui s'ouvre au dehors d'une manière spéciale (voir plus loin .

2. Les botanistes allemands appellent *durchgehende Nerven* les nervures qui, ainsi prolongées en lames, vers chacune des faces du limbe, par du sclérenchyme ou du collenchyme, interrompent le parenchyme foliaire qu'ils divisent en compartiments plus ou moins régulièrement polygonaux. Cette dénomination est opposée à celle de *eingebettete Nerven*, appliquée aux nervures qui sont, de tous côtés, plongées dans le parenchyme vert de la feuille.

3. Pour plus de clarté et de concision, nous adopterons ici, pour indi-

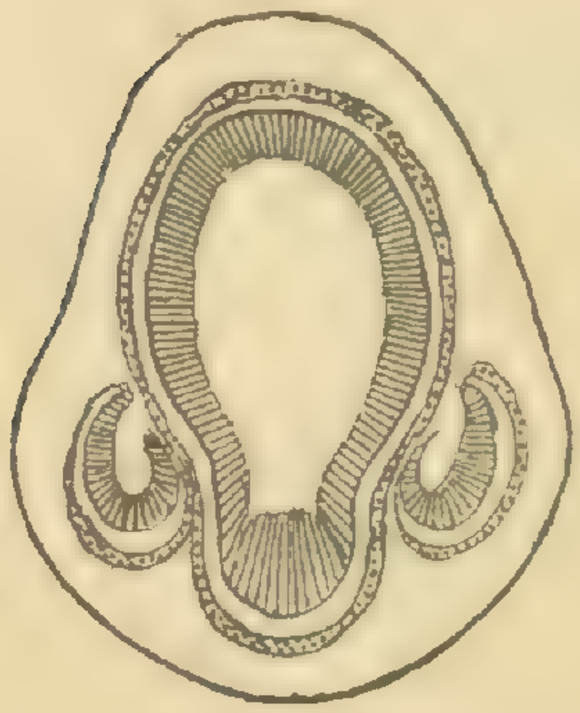
à droite et à gauche de ce dernier (fig. 35, II et III). Ce faisceau médian, dont l'individualisation est plus tardive, affecte la forme d'un arc à concavité supérieure ; les deux faisceaux latéraux sont également recourbés en arcs, ouverts en haut et sur les côtés, mais ils tendent à se fermer de plus en plus, et finissent par former souvent deux cercles clos, par fusionnement de leurs deux extrémités. Comme le système libéro-ligneux dont ils émanent, ces faisceaux sont collatéraux et protégés extérieurement par un arc de fibres d'autant mieux formées et plus résistantes, qu'elles sont situées plus haut dans le rachis.

Non loin du point où ils ont pénétré dans la partie basilaire renflée du pétiole (Voy. fig. 1 *G*), les deux systèmes latéraux s'ouvrent de nouveau, en forme d'arcs irréguliers, du côté du système médian auquel ils s'unissent (IV), pour former avec lui un système général entièrement clos. D'abord élargie transversalement et à contour obscurement trigone (V), la zone libéro-ligneuse ainsi constituée s'arrondit en traversant le renflement basilaire (VI). Au delà de ce dernier, là où le pétiole commun prend son diamètre normal, la partie dorsale de ce système se fragmente en trois segments, un médian et deux latéraux légèrement arqués (VII, VIII et IX), la partie supérieure (ou ventrale) du système demeurant indépendante sous l'aspect d'un arc largement ouvert en dessous. Enfin les deux segments latéraux se déplacent et remontent de chaque côté au-dessus du segment ventral médian, lequel s'unit de nouveau à l'arc ventral pour constituer un système clos elliptique (X).

Ainsi s'établit la disposition des appareils conducteurs et mécaniques que l'on retrouve ensuite tout le long du pétiole commun, jusqu'à l'insertion de la première paire de folioles, disposition que l'on peut considérer comme caractéristique pour cet organe : elle est représentée par deux arcs largement ouverts dont le bois est tourné vers le plan de symétrie du pétiole et

quer l'orientation des diverses parties de la feuille, la terminologie ordinairement usitée ; elle consiste à désigner comme *supérieure* ou *ventrale* la partie qui regarde l'axe-mère dont dépend la feuille, et comme *inférieure* ou *dorsale* celle qui lui est opposée.

I

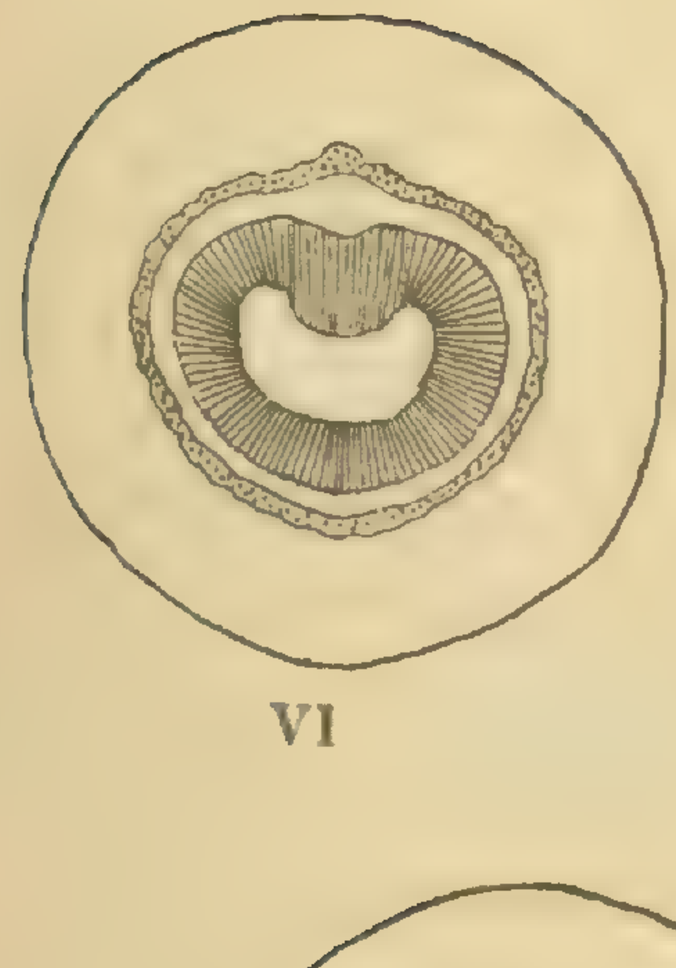


II

III

IV

V

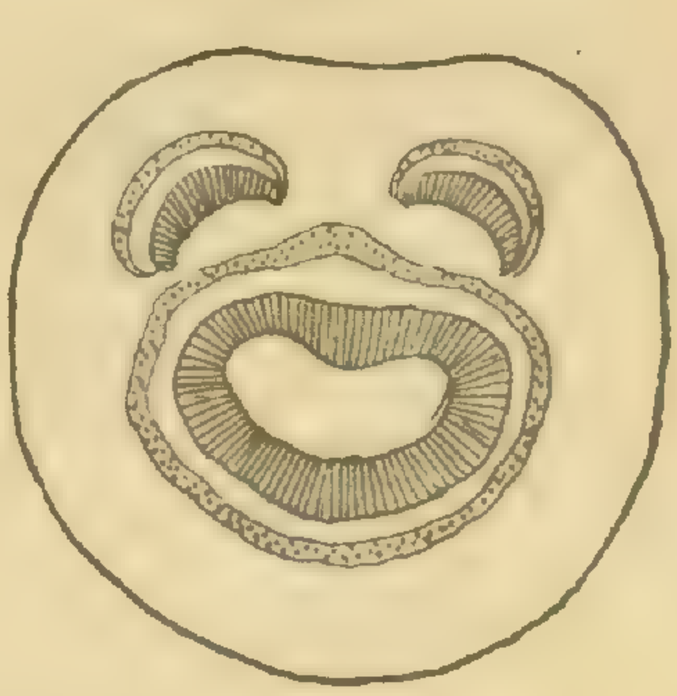


VI

VII

VIII

IX



X

Fig. 35.

en bas, situés latéralement dans la région ventrale d'un système libéro-ligneux ellipsoïdal.

Les courts pétiolules renflés ont une structure beaucoup plus simple ; on y trouve (fig. 36) un cylindre ligneux fermé,

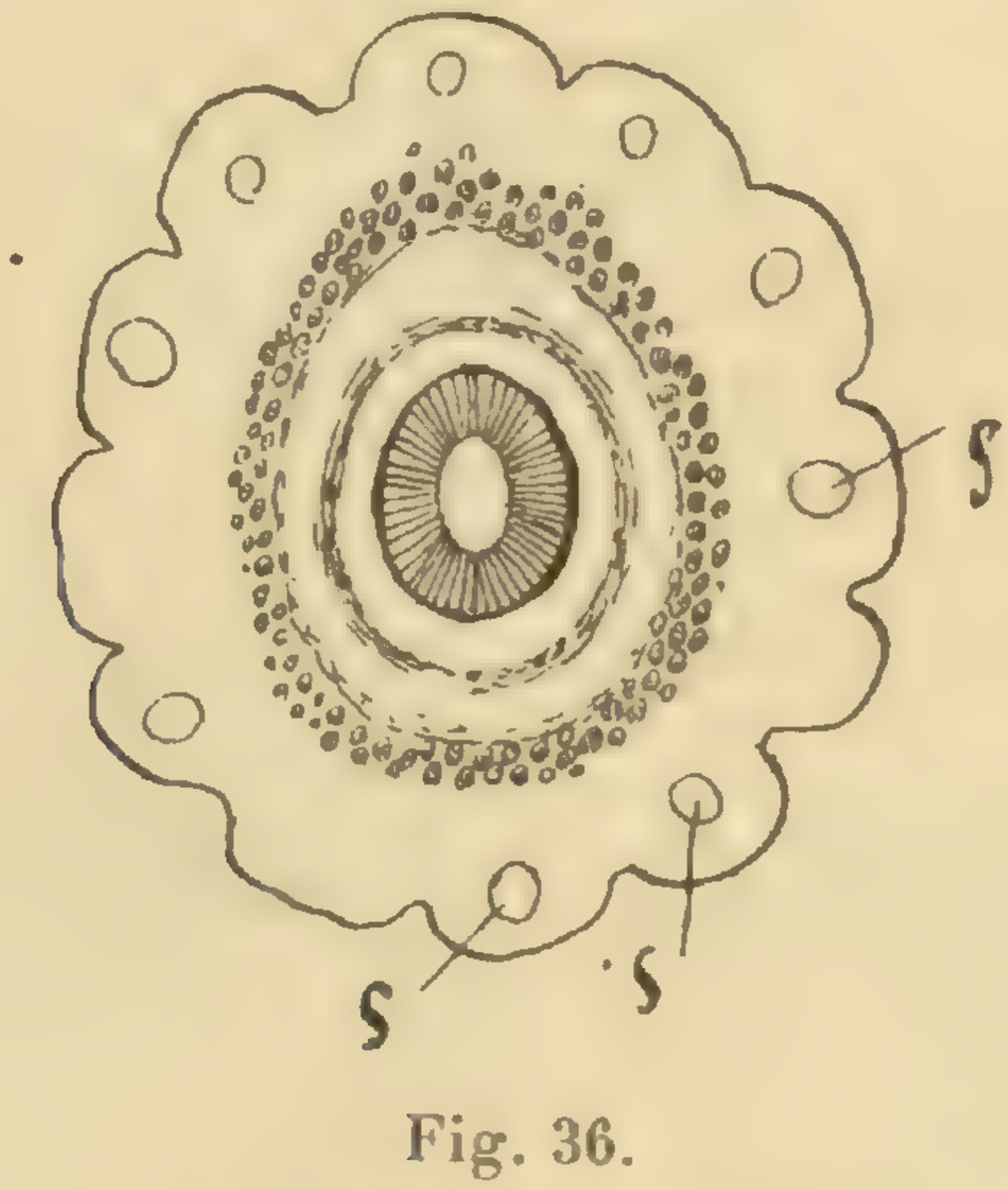


Fig. 36.

autour d'une moelle assez réduite, entouré d'un anneau libérien assez large ; ce dernier est lui-même extérieurement protégé par une gaîne fibreuse. Au niveau d'insertion de la première paire de folioles (fig. 37), la gaîne, le liber et le bois des

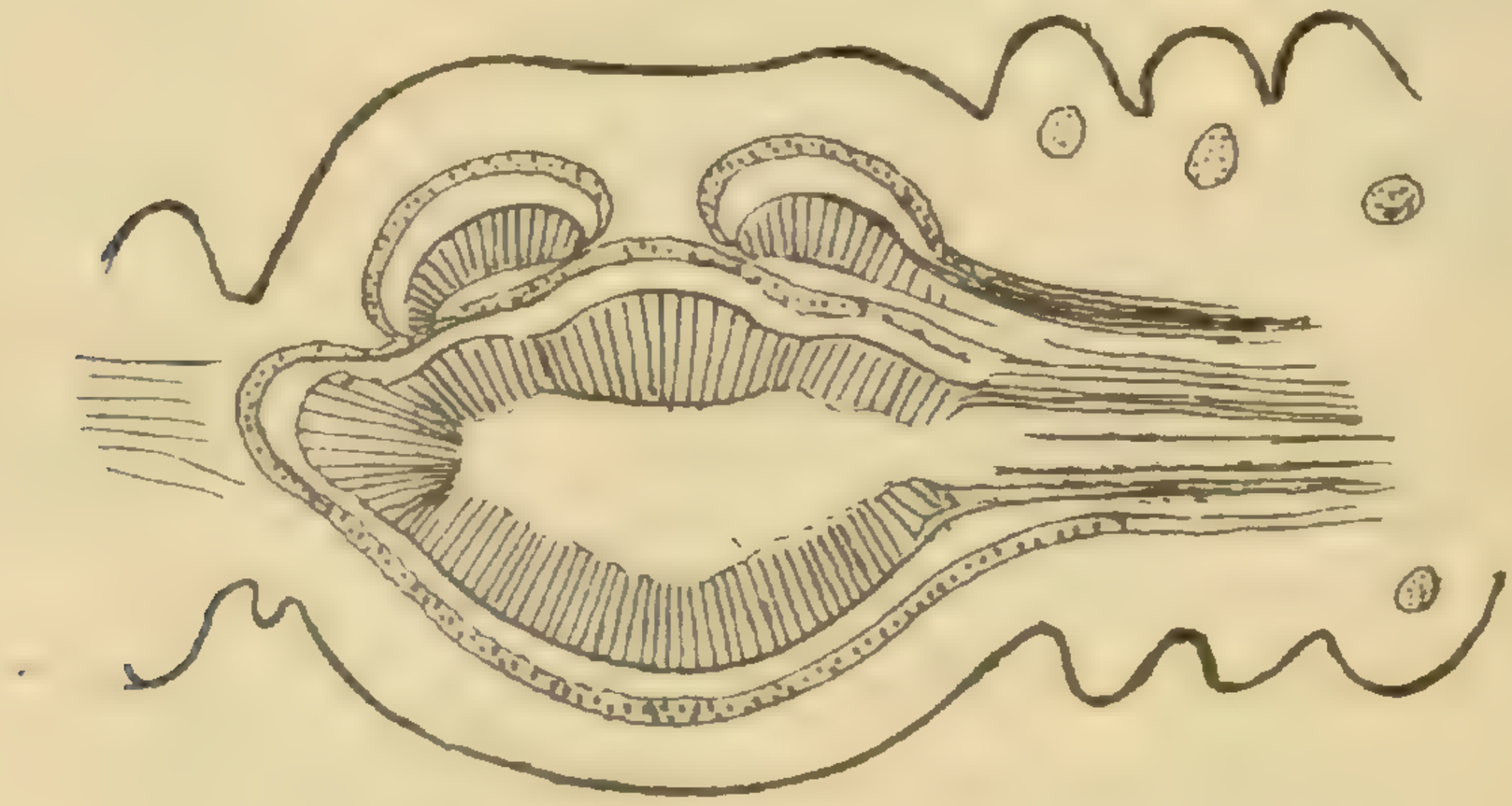


Fig. 37.

pétiolules se raccordent avec les éléments correspondants des faisceaux du rachis, et on voit d'après le schéma que, dans le rachis, les deux faisceaux latéro-supérieurs et le cylindre libéro-ligneux auquel ils sont superposés prennent part, en

même temps, à la constitution du système libéro-ligneux des folioles. Mais au-dessus de ce point, dans le rachis, la partie moyenne supérieure du cylindre clos s'isole de nouveau pour venir se placer entre les deux faisceaux latéraux, tandis que la partie inférieure de ce même cylindre demeure en place, sous la forme d'un arc largement concave du côté supérieur

Fig. 38.

(fig. 38). Cette disposition est caractéristique pour le rachis, et se maintient jusqu'à l'insertion de la dernière paire de folioles.

L'appareil sécréteur est bien développé, aussi bien dans toute la longueur du pétiole commun que dans les pétiolules. Comme dans la tige, il est représenté, en même temps, par des cellules glandulaires et par des poches sécrétrices. Comme dans les canaux sécréteurs de la tige, le produit qui domine ici est la gomme.

Ici encore, les cellules qui sécrètent cette substance ne sont pas différenciées à l'égard des autres éléments du parenchyme ; elle abonde surtout dans le tissu cellulaire sous-épidermique, et les cellules de la partie interne de l'écorce en sont également remplies ; on la retrouve dans le lumen des cellules sclérenchymateuses, dans certains éléments libériens, enfin dans les cellules des rayons médullaires, dans les cellules de la moelle et dans les glandes qui y sont contenues [1].

1. Il n'en existe souvent qu'un seul au centre de la moelle.

Pas plus que dans la tige, les glandes de ce genre n'affectent, dans la feuille, une disposition régulière, mais leurs cellules de bordure sont ordinairement mieux différenciées, quelquefois sur deux ou trois rangées, et leur contour est plus net et plus arrondi. Bien qu'elles appartiennent à une catégorie d'organes sécréteurs destinés à produire des substances résineuses, c'est leur contenu coloré gommeux qui, à un faible grossissement, les distingue au milieu du tissu moins coloré qui les entoure.

Rien à ajouter de spécial au sujet de l'anatomie du pétiole commun, si ce n'est que le collenchyme y est à peine indiqué, et que l'on retrouve ici, dans les mêmes conditions que dans la tige mais en quantité moindre, des cristaux isolés d'oxalate de calcium.

Limbe. — Epidermes. — Stomates. — Comme chez la plupart des Cæsalpiniées, les stomates sont exclusivement portés par l'épiderme inférieur [1]. Les deux épidermes, d'ailleurs, pourvus d'une cuticule assez épaisse, particulièrement sur les bords du limbe (fig. 44), sont formés par une seule assise d'éléments tabulaires, irrégulièrement polygonaux ; leurs parois latérales, non épaissies, offrent un contour ondulé (fig. 39), signalé aussi par Dellien chez les *Eperua* étudiés par lui.

Les deux faces sont glabres.

Les stomates sont nombreux, elliptiques, diversement orientés (fig. 39 B et C.). On y constate nettement les particularités signalées par Dellien chez les *Eperua*.

1° Ils sont accompagnés de deux cellules accessoires, (*cel. a*) orientées parallèlement à la direction de l'ostiole, disposition qui est loin d'être spéciale à ce genre [2].

1. V. Dellien, *loc. cit.* ; Solereder, *loc. cit.*, etc. De nombreuses espèces de *Cassia*, dont les folioles sont, d'ailleurs, beaucoup plus molles et plus flexibles, certains *Cæsalpinia* et *Cercidium* font exception à cet égard.

2. Cette disposition est signalée par Dellien chez toutes les espèces, ou une partie seulement des espèces d'une quarantaine de genres de *Cæsalpiniées* (*Cassia*, *Copaifera*, *Cæsalpinia*, *Tamarindus*, *Poinciana*, etc.).

2° Les deux cellules stomatiques forment, au-dessus de la préchambre, deux replis longitudinaux que Dellien compare

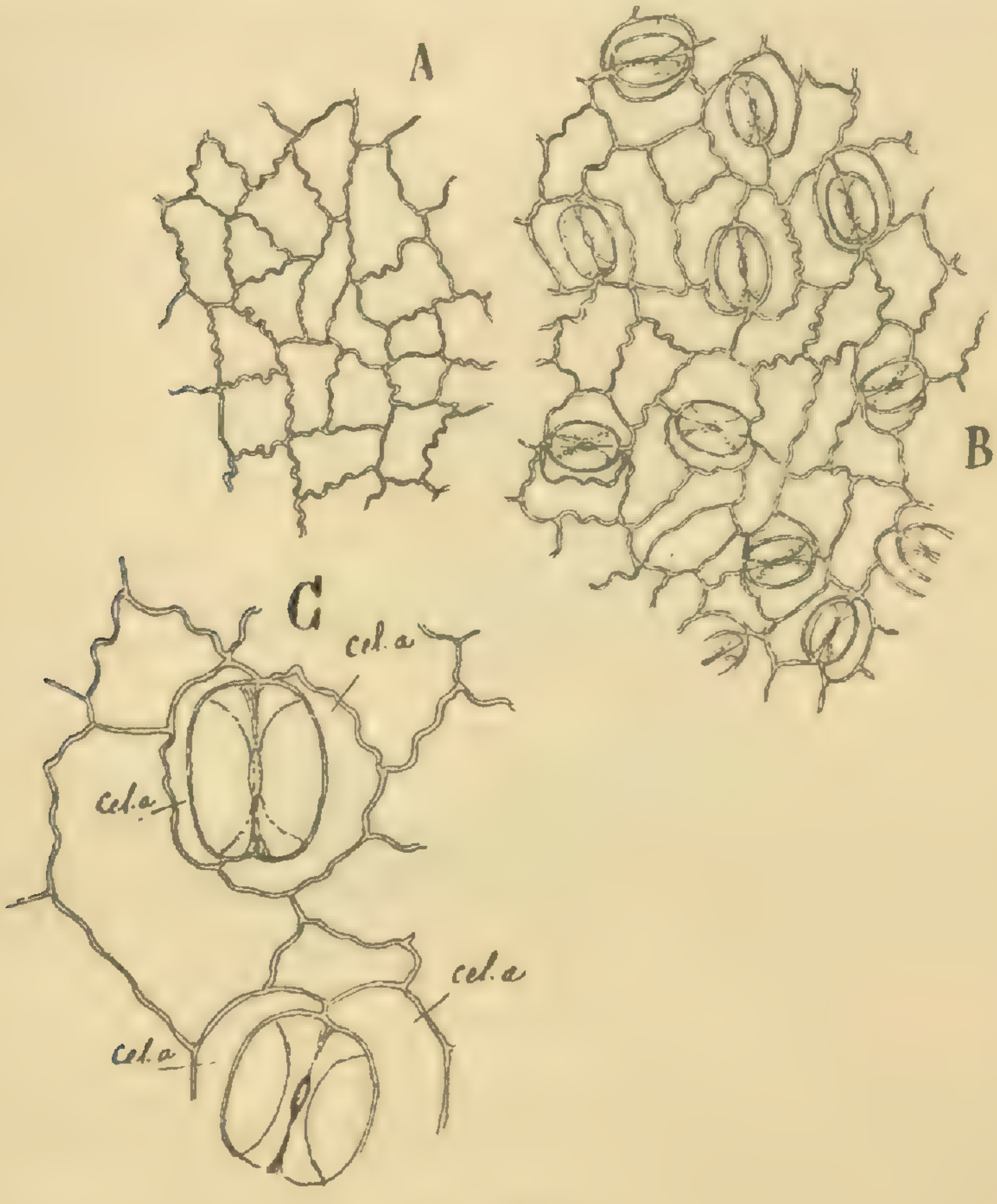


Fig. 39.

Fig. 39 *bis*.

avec justesse à ceux d'une enveloppe de lettre. Cette disposition donne au stomate vu de face un aspect caractéristique (fig. 39).

Nervures. — L'appareil conducteur et l'appareil de soutien, en pénétrant dans la nervure médiane de la foliole, prennent une disposition différente de celle qu'ils affectent dans le pétiolule (fig. 40) : le cylindre clos qu'ils formaient dans ce dernier (fig. 36) s'élargit dans le plan transversal et, dès l'insertion de la première paire de nervures latérales, la partie supérieure s'isole de la partie inférieure, l'une et l'autre formant dès lors deux arcs très largement ouverts, à bois

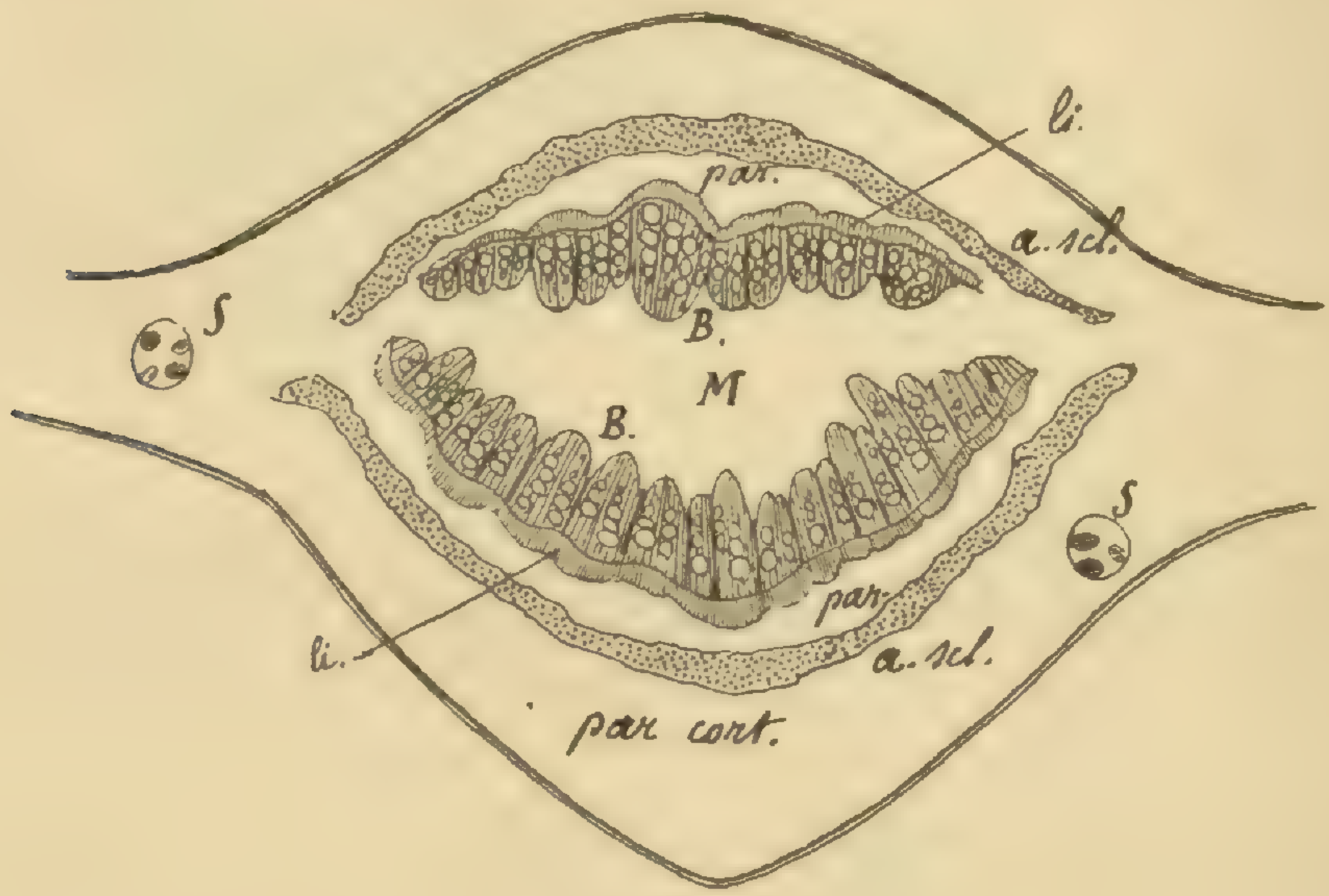


Fig. 40.

tournés l'un contre l'autre et à liber externe, séparés par une bande de parenchyme médullaire. Il n'y a point de collenchyme au niveau de la nervure médiane ; le tissu en palissade s'interrompt seulement, à la face supérieure du limbe, dans cette région, et se trouve remplacé par un parenchyme à cellules arrondie, semblable à celui qui occupe la place correspondante au-dessous de la nervure.

Bois, liber, gaîne fibreuse ont même disposition relative et composition que dans l'axe et dans le pétiole commun. Ici encore se trouvent des cristaux abondants d'oxalate de calcium accompagnant les faisceaux, contenus dans des cellules isolés, dans des fibres cloisonnées ou même englobés dans leurs parois (fig. 40 *bis*). Les poches glandulaires s'y

montrent également, avec les mêmes caractères, dans le parenchyme extérieur de la nervure et dans la moelle.

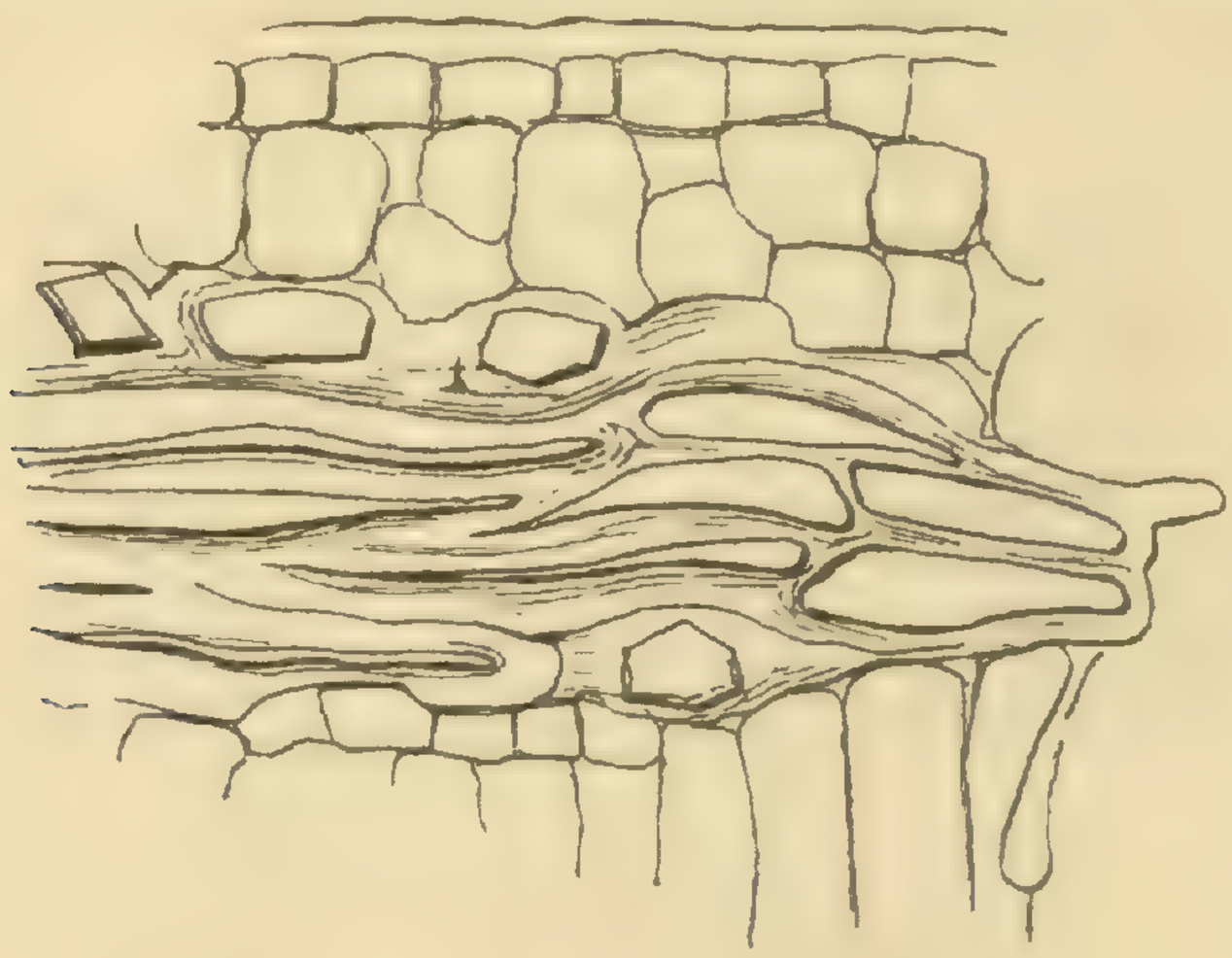


Fig. 40 *bis*.

Les nervures secondaires sont en contact, par leur appareil de soutien, avec les deux épidermes (fig. 41), et forment ainsi des sortes de lames verticales qui s'unissent en un réseau, et isolent entre elles des portions du parenchyme vert. Mais les

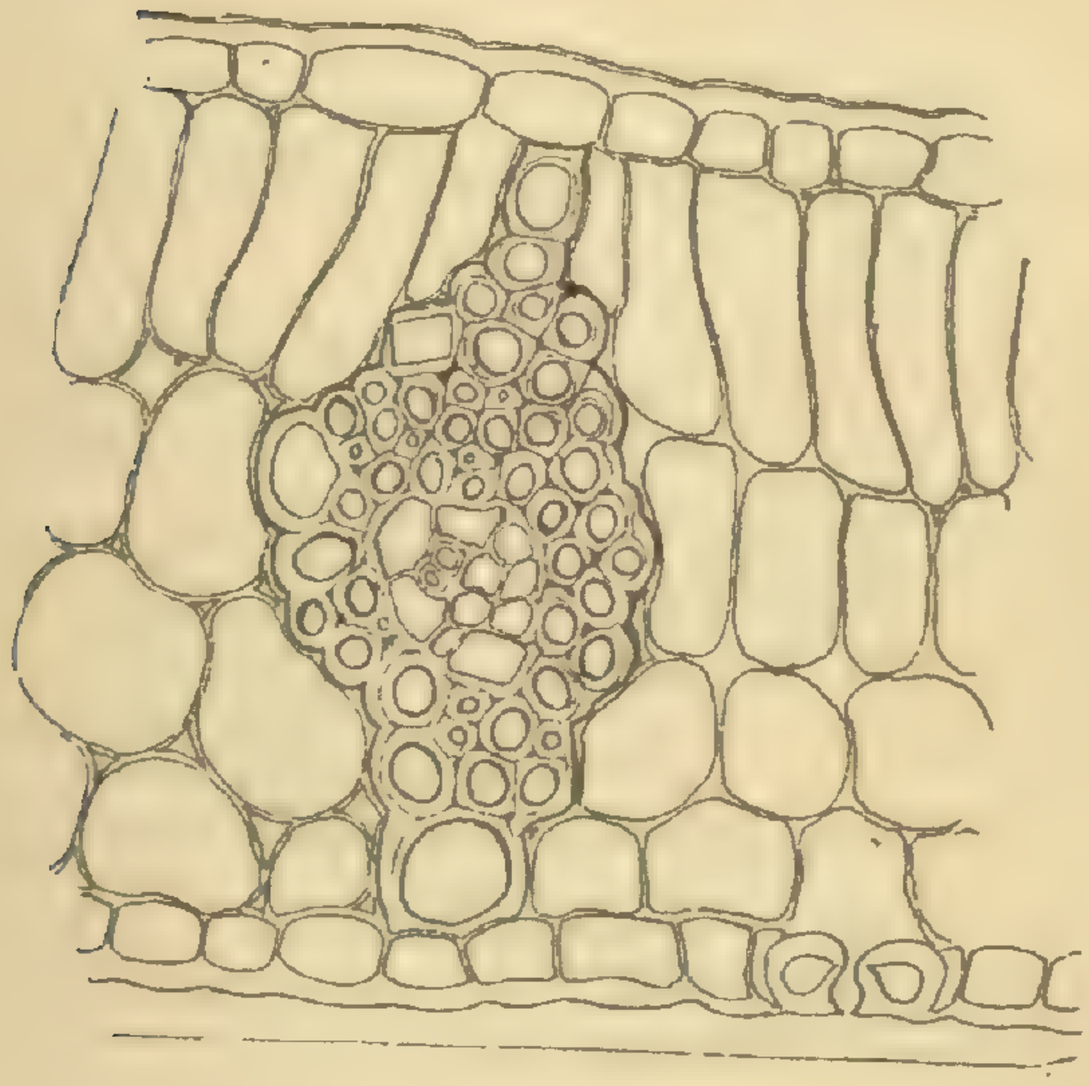


Fig. 41.

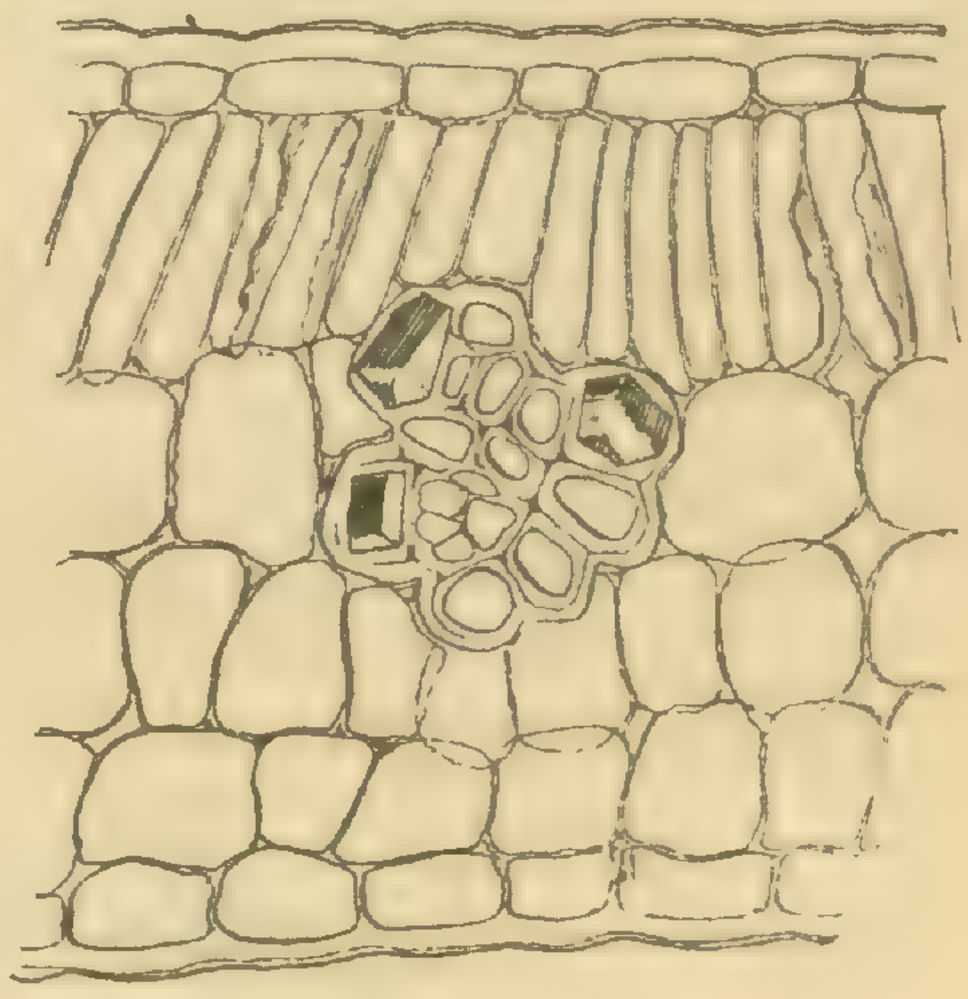


Fig. 42.

nervures les plus fines, réduites à quelques vaisseaux entourés d'une gaîne fibreuse et accompagnées de cristaux, sont entièrement plongées dans le tissu cellulaire (fig. 42).

Mésophylle. — Le mésophylle (fig. 41, 42, 43) n'est pas

bifacial, comme il le serait, d'après Dellien, chez les trois espèces qu'il a décrites. Sous l'épiderme supérieur règne une assise unique de cellules en palissade, au dessous desquelles le

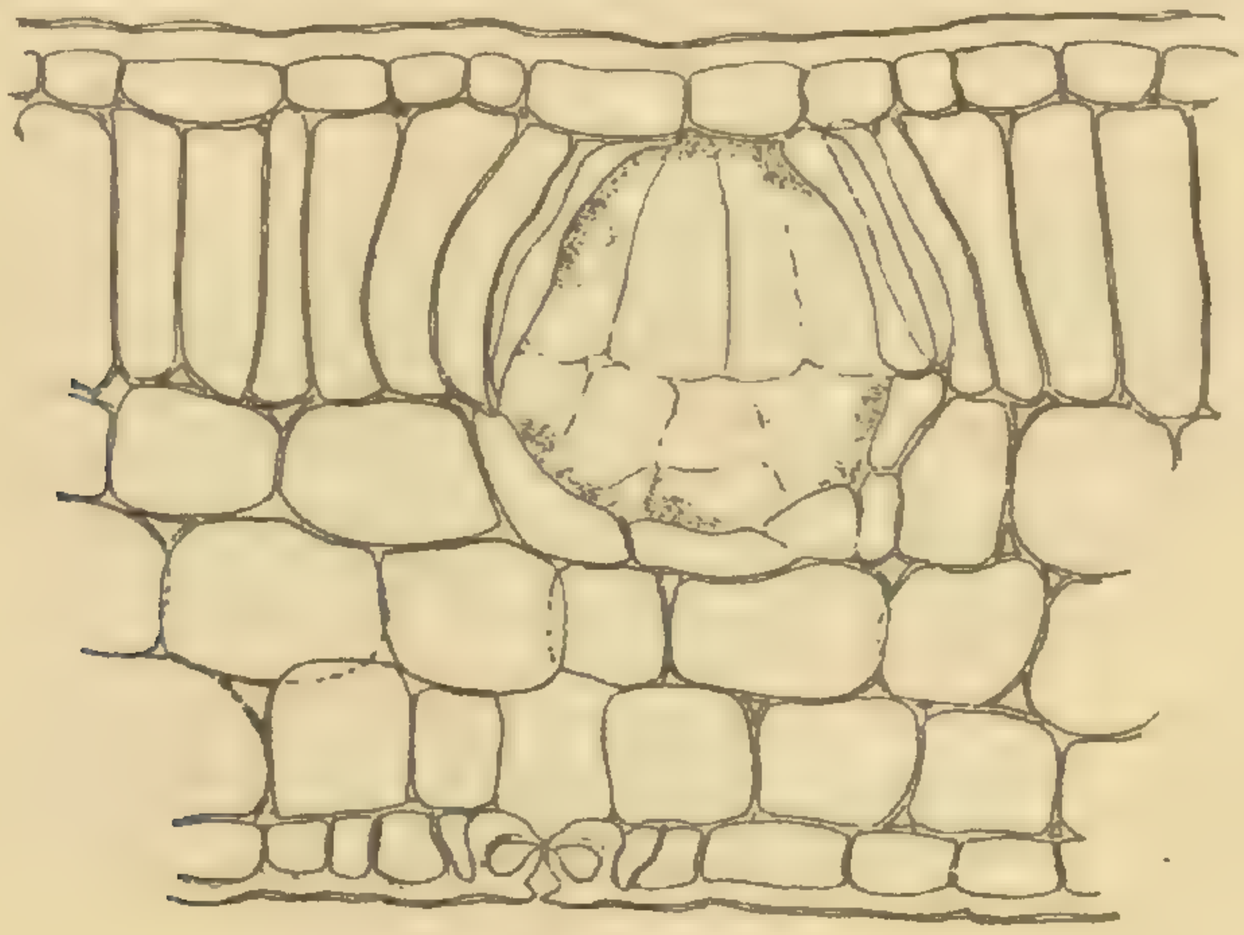


Fig. 43.

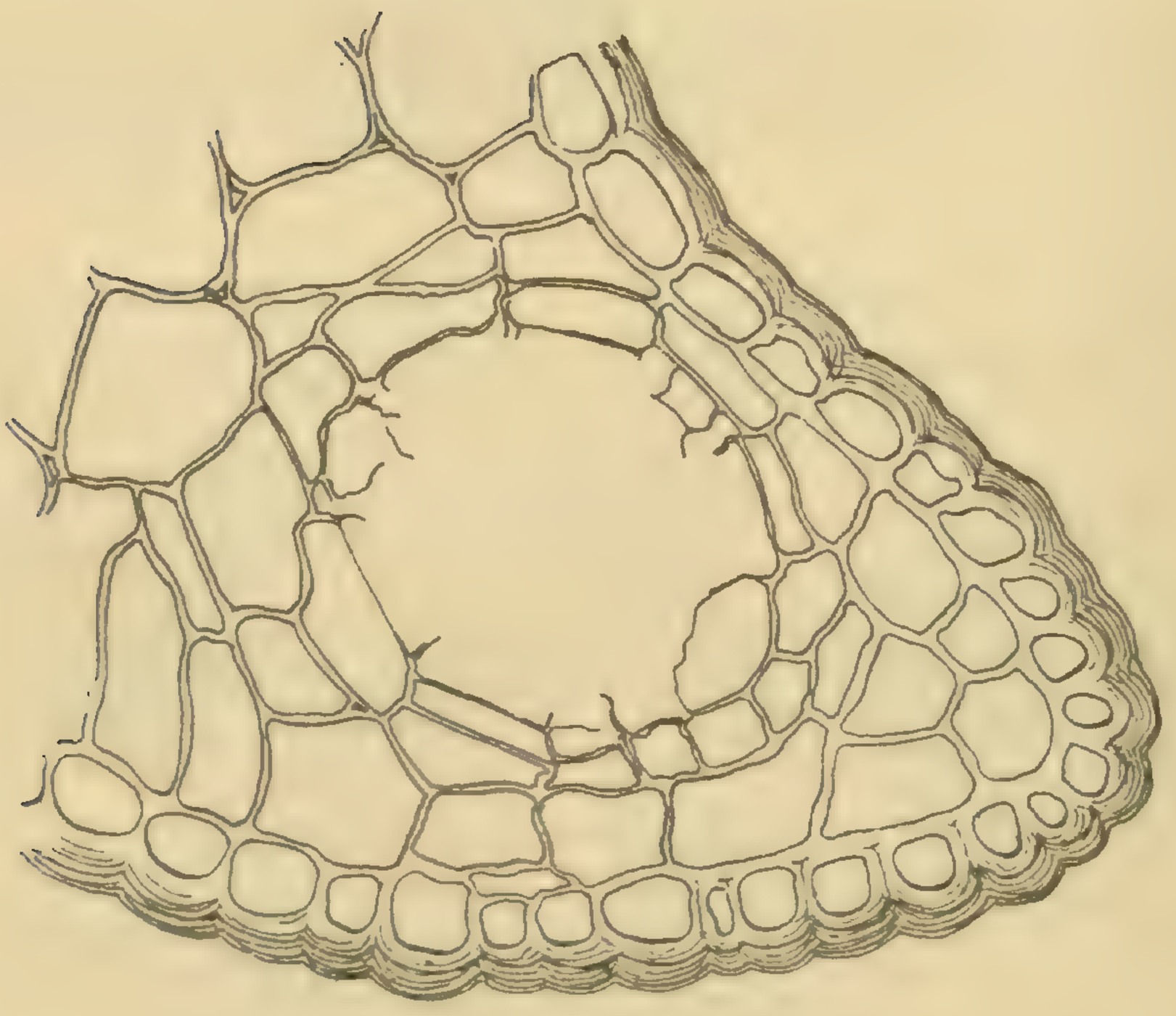


Fig. 44.

parenchyme lacuneux se montre formé par trois ou quatre rangées de cellules irrégulièrement arrondies, ne laissant entre elles que d'étroits méats.

Les poches glandulaires sont nombreuses dans le parenchyme foliaire. D'abord contenues dans le tissu en palissade seul, elles gagnent, en s'élargissant aux dépens des éléments voisins, le parenchyme lacuneux dans lequel elles pénètrent plus ou moins profondément. Schizogènes tout d'abord, elles s'accroissent donc ensuite par voie lysigène, et la figure 43 montre assez nettement la part que prennent à leur extension les cellules en palissade et les éléments du tissu lacuneux.

Les bords du limbe (fig. 44), où les cellules prennent des parois plus épaisses et où les deux zones du mésophylle se confondent en un parenchyme homogène, contiennent presque partout une large poche sécrétrice.

Anatomie de l'ovaire et du fruit.

Ovaire. — La structure de l'ovaire est simple (fig. 45, 46). Il possède un épiderme à cellules polygonales et pourvues de parois minces, dont un grand nombre se terminent en poils unicellulaires. Ces derniers sont formés d'une partie basilaire, placée au même niveau que les autres cellules épidermiques dont elle se distingue par des parois plus épaisses, et d'une partie terminale qui est le poil proprement dit, séparée de la première par un étranglement (fig. 46, *épid.*). Cet épiderme est pourvu, d'ailleurs, de stomates assez nombreux. Excepté aux points d'attache des ovules, la cavité ovarienne est tapissée par un épithélium délicat (fig. 46 *épith.*).

Entre l'épithélium et l'épiderme, règne un parenchyme dont les éléments, à parois minces, sont assez régulièrement disposés en lignes concentriques autour de la cavité centrale. Les faisceaux conducteurs qui, de l'axe floral, se portent vers le style et dont des ramifications se rendent dans les placentas, cheminent dans une zone d'un tissu plus serré, dont le contour, sur une coupe transversale, se montre bilobé le long de la commissure ventrale (voir fig. 45). Des poches glandulaires (canaux sécréteurs) sont disséminées, sans ordre appréciable, dans la région extérieure du parenchyme ; on y trouve aussi, à côté de cristaux isolés d'oxalate de calcium, de vraies

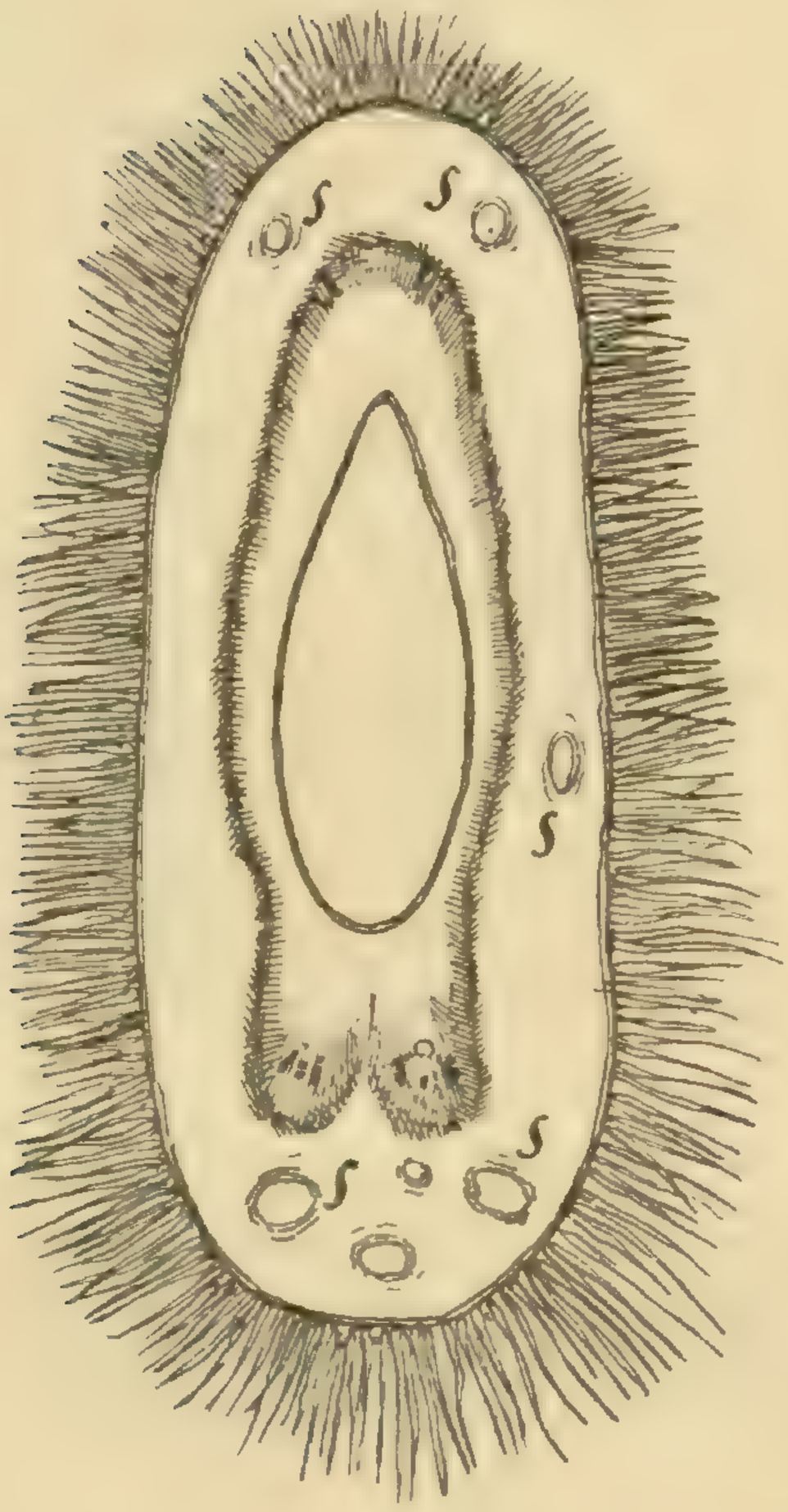


Fig. 45.

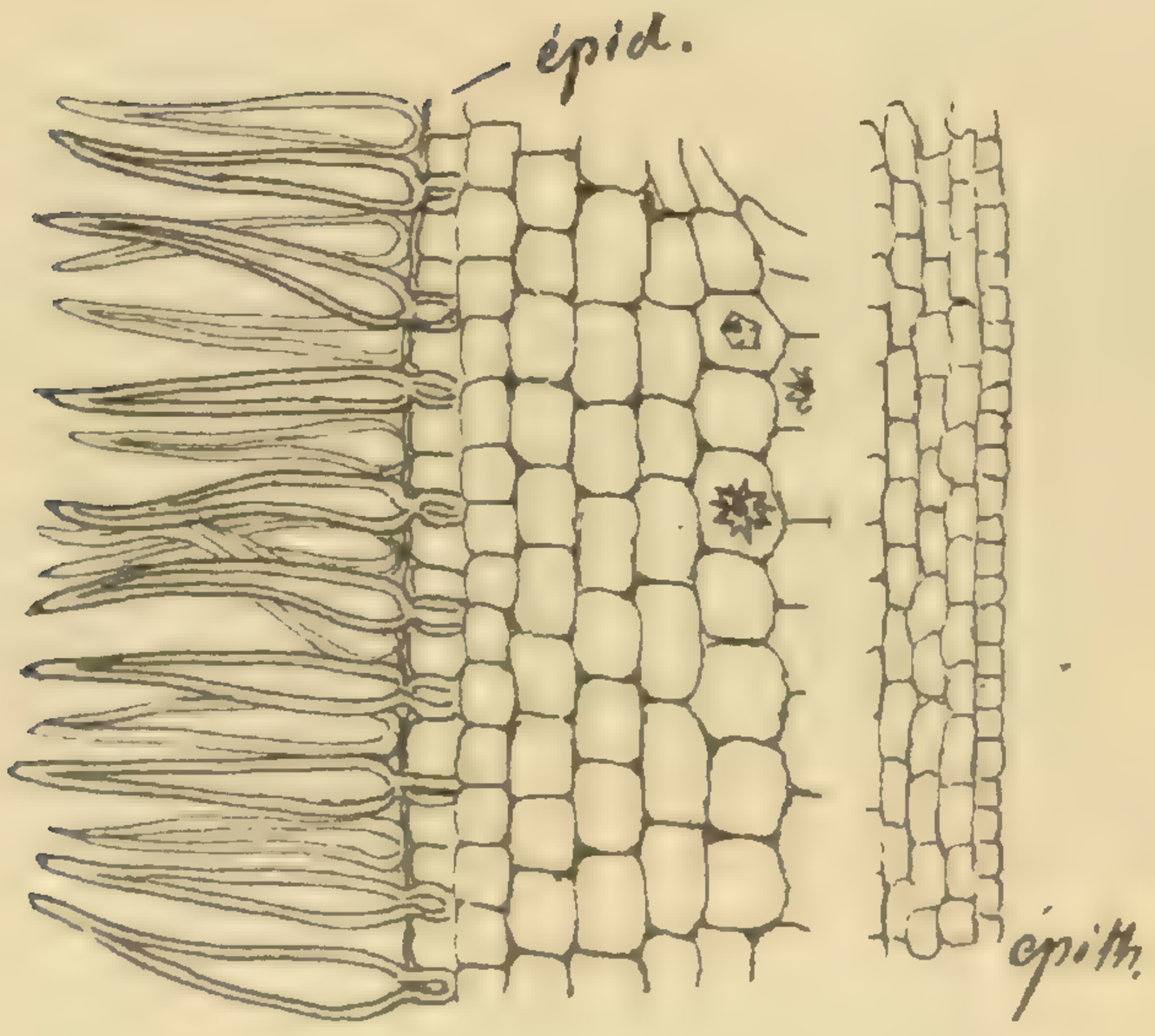


Fig. 46.

mâcles, fait assez rare, d'après Dellien, chez les Cæsalpinicés. Des différenciations intéressantes apparaissent, plus tard, dans le fruit.

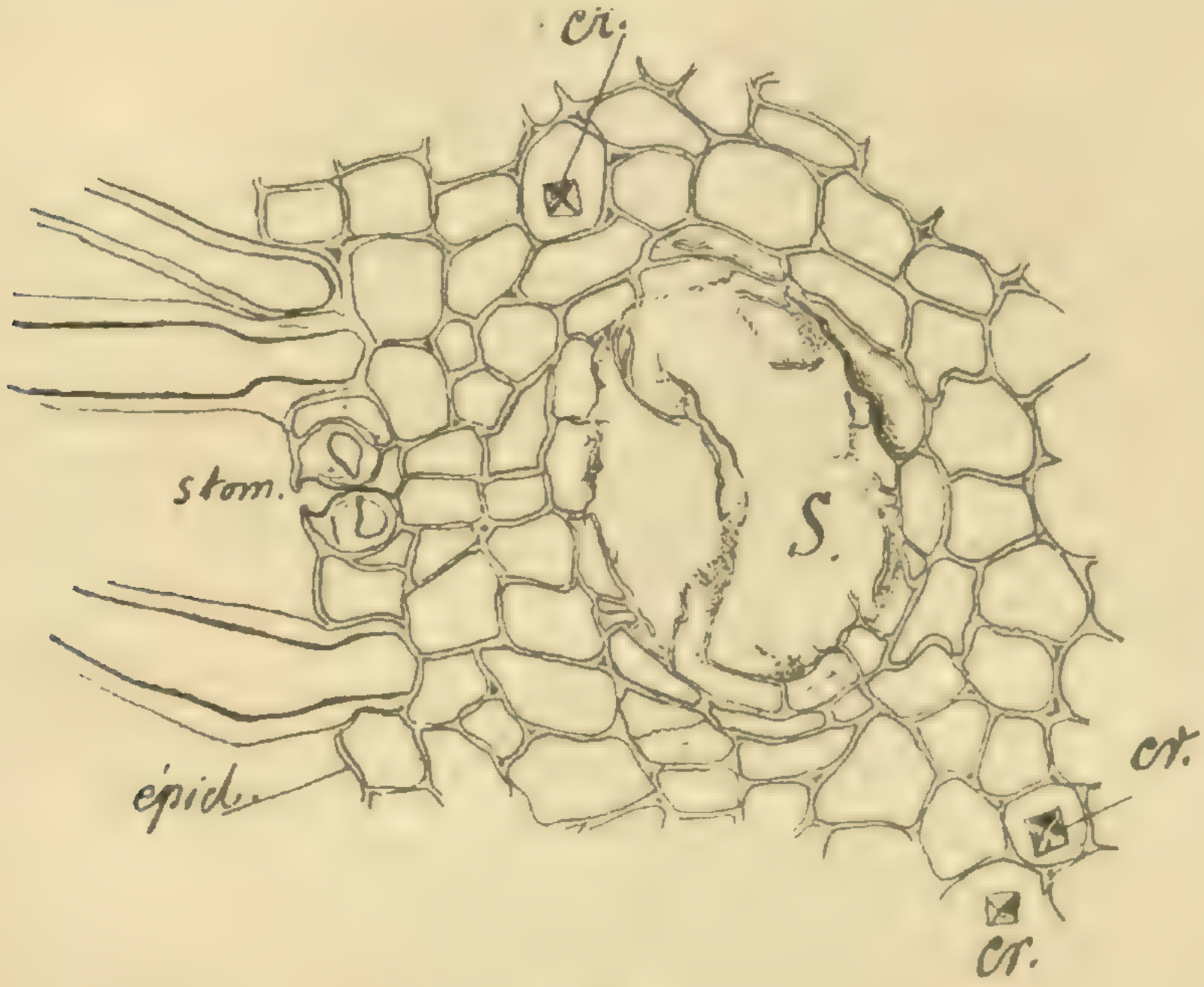


Fig. 47.

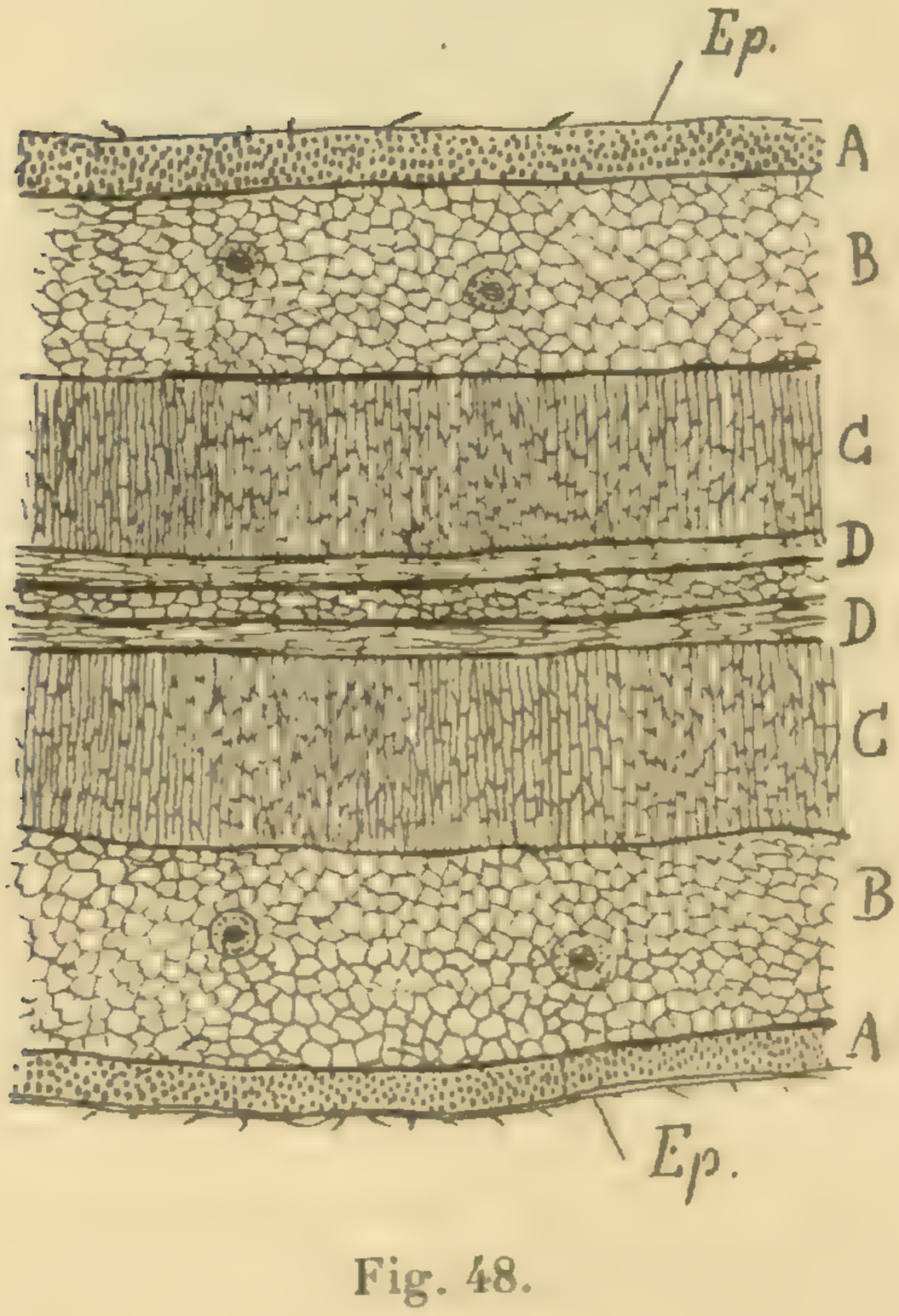


Fig. 48.

Fruit. — Les fruits, chez *Eperua falcata* Aub. sont, comme nous l'avons vu (p. 39), de deux sortes : les uns stériles, for-

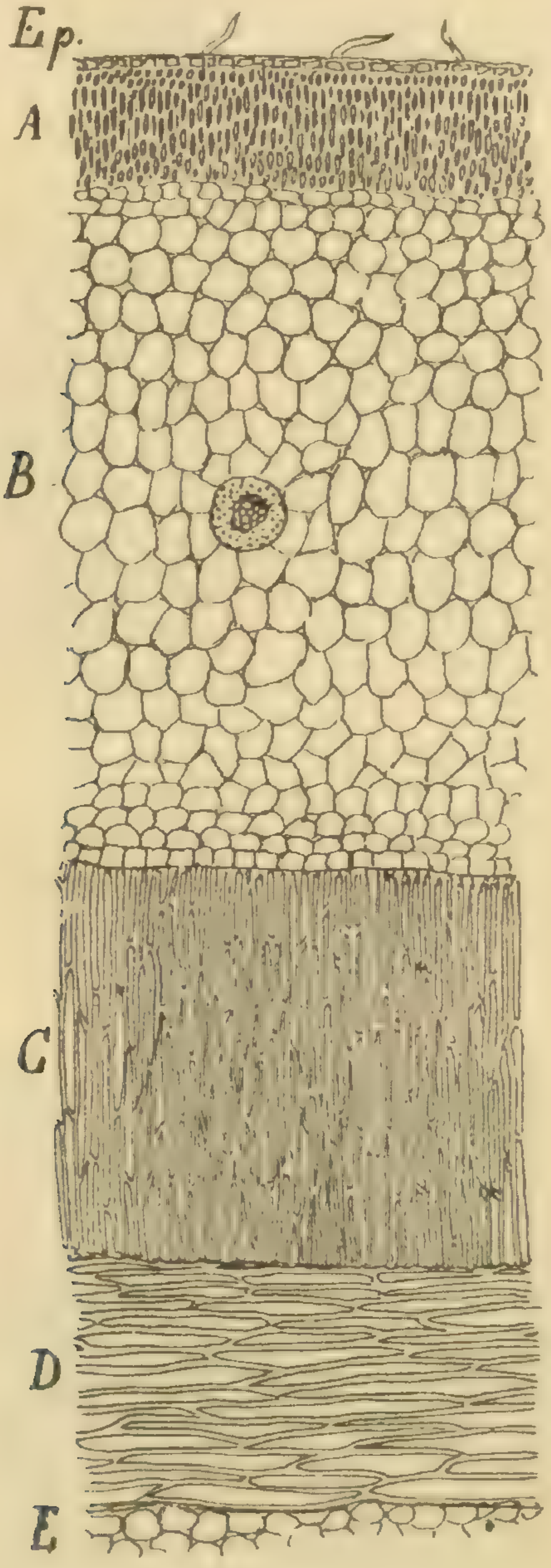


Fig. 49.

tement aplatis, simplement coriaces, les autres fertiles, plus longs et plus larges, également aplatis, mais durs et ligneux ; ces derniers s'ouvrent élastiquement en deux valves. La structure fondamentale est naturellement la même pour les uns et pour les autres, mais elle n'atteint son développement complet.

surtout en ce qui concerne les tissus mécaniques, que chez les fruits fertiles.

Sur une coupe transversale passant par la cavité séminifère, le péricarpe laisse nettement distinguer, de l'extérieur à l'intérieur, les régions suivantes (fig. 48 et 49):

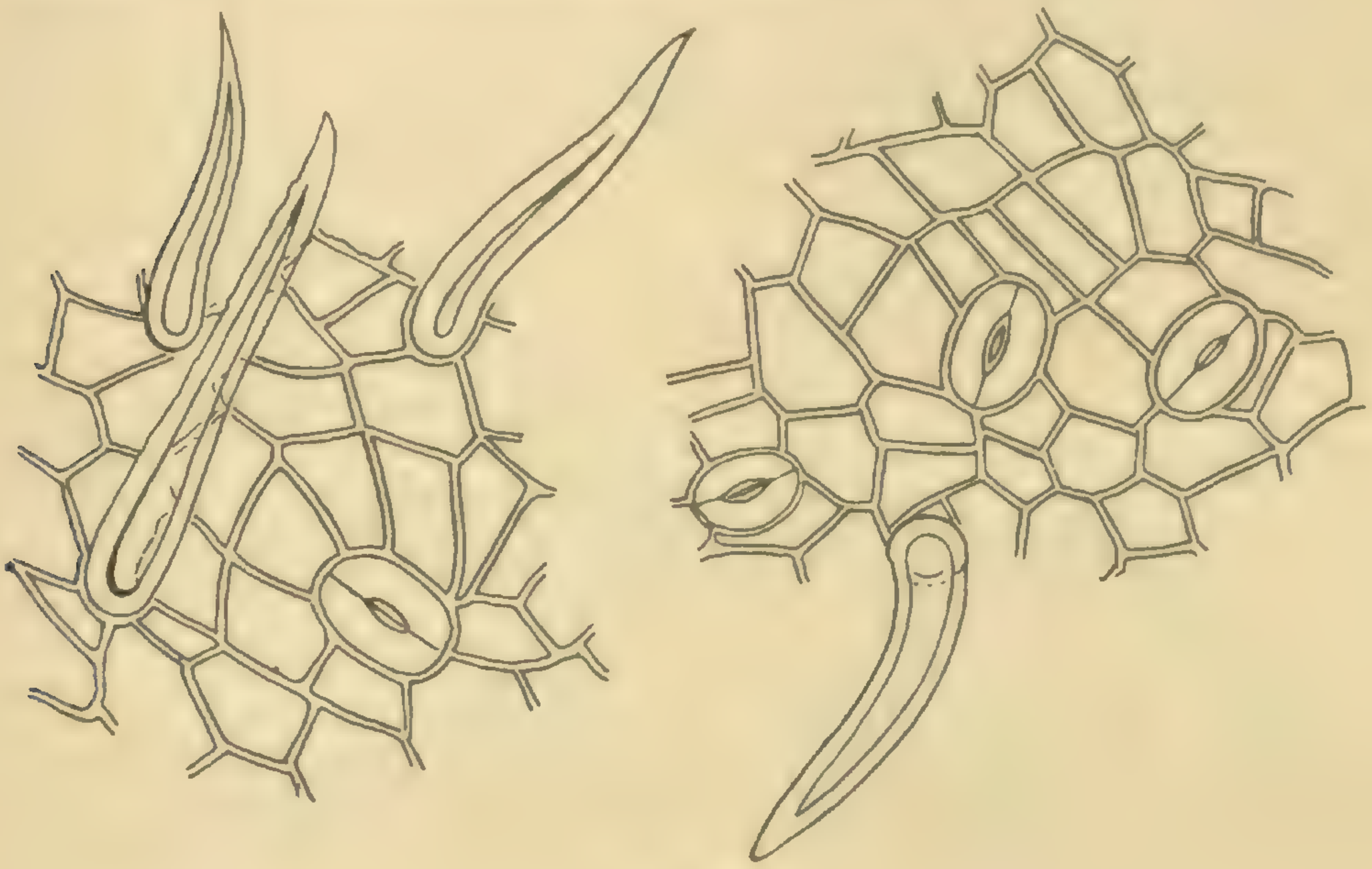


Fig. 50.

Fig. 51.

1° L'épiderme (fig. 50 et 51, *ép.*), qui a conservé à peu près les caractères qu'il avait dans l'ovaire, est formé de cellules polyédriques, vues de face ; il porte des poils unicellulaires.

rares et épars, et des stomates. Pas plus que dans l'ovaire, ces derniers ne montrent les replis en enveloppe de lettre si caractéristiques dans la feuille.

2° Sous l'épiderme règne une zone protectrice (fig. 48 et 49, *A* et fig. 51) très résistante et très dure, formée de cellules scléreuses serrées en un tissu compact, d'un faible volume, aplaties de dehors en dedans, de telle sorte que les coupes longi-

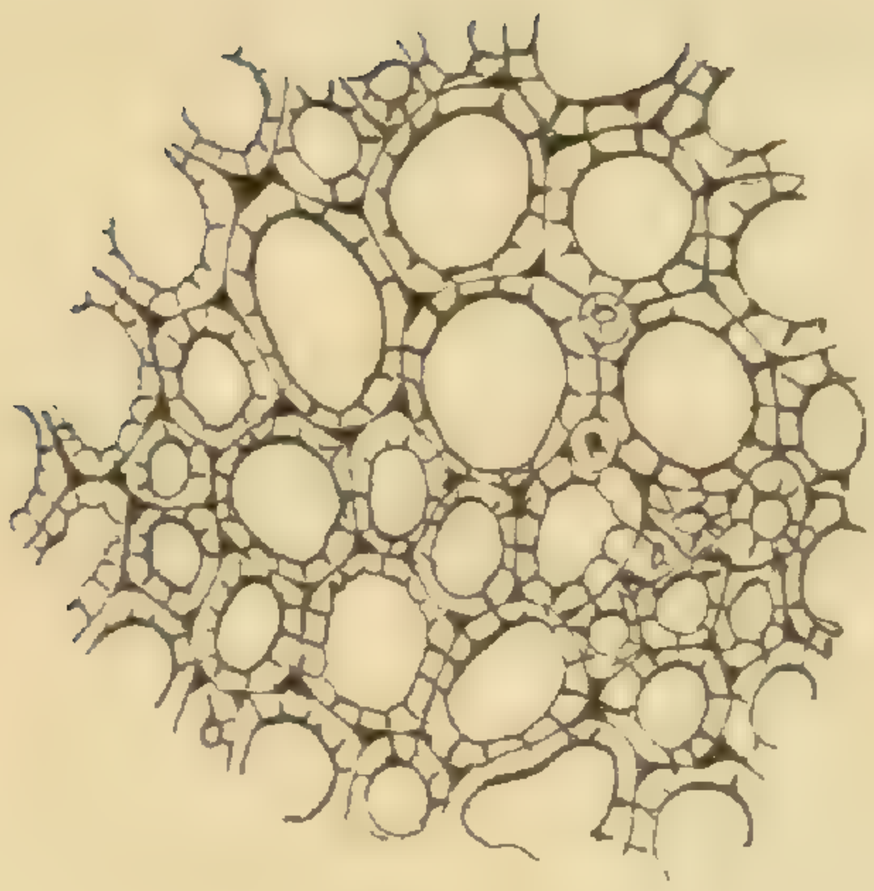


Fig. 52.

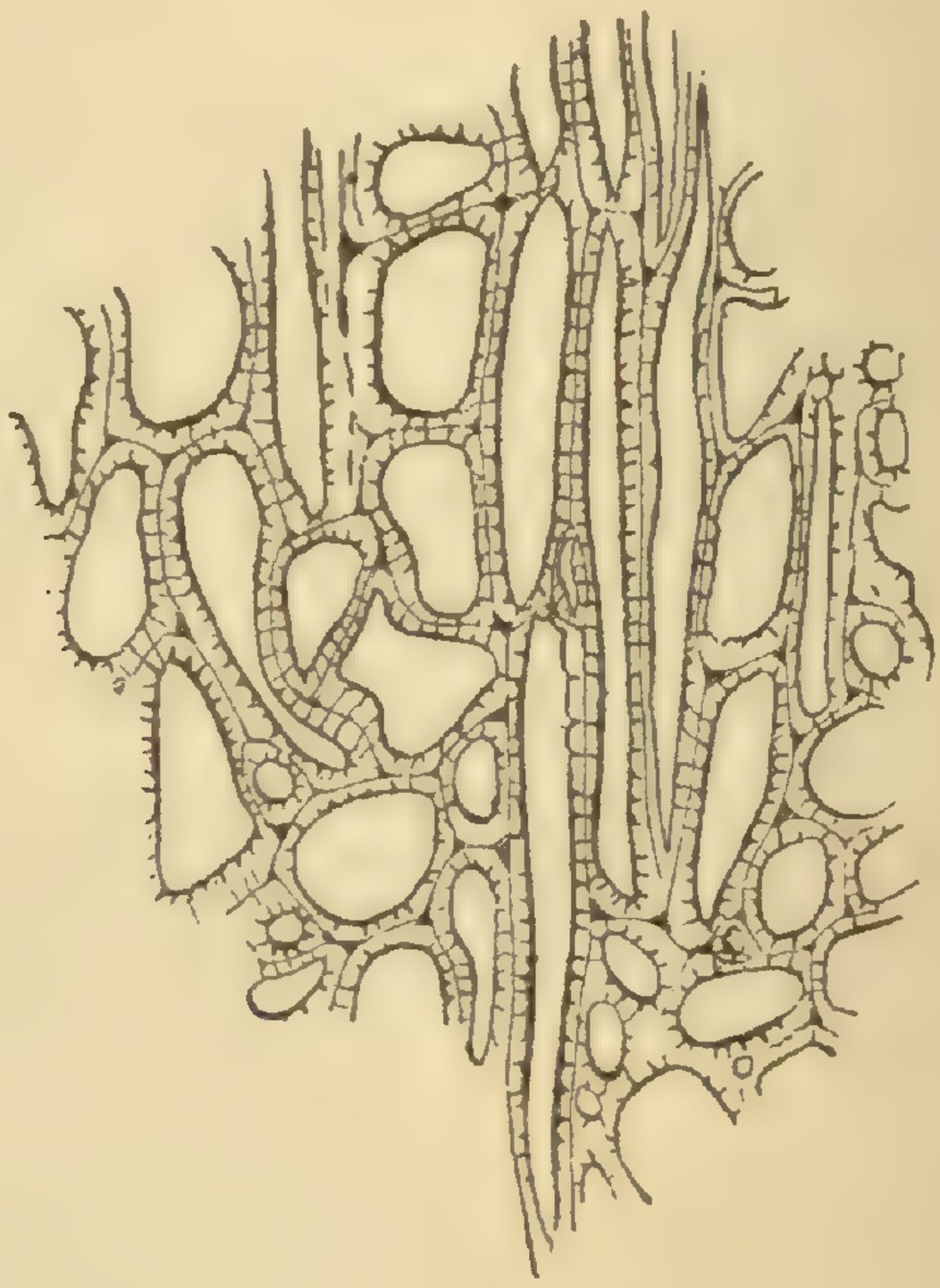


Fig. 53.

tudinales les montrent beaucoup plus allongées que les coupes transversales.

3° La zone (B) qui succède à ce tissu protecteur et qui occupe presque la moitié du péricarpe est un parenchyme dont les éléments, à parois minces, ne laissent entre eux que d'étroits méats ; on y rencontre çà et là des cristaux isolés et des mâcles d'oxalate de calcium, et quelques cellules scléreuses, isolées ou associées en groupes. C'est dans ce parenchyme que sont placés les faisceaux conducteurs du péricarpe.

4° La zone suivante (*C* et *D*, fig. 48 et 49) qui occupe à peu près tout le reste de l'épaisseur du péricarpe, est formée par le tissu mécanique qui détermine la déhiscence du fruit ; elle se

subdivise elle-même en deux régions, dont la première est la plus puissante.

L'externe (*G*) est formée de cellules fortement allongées radialement, à parois épaissies et lignifiées, marquées de petites ponctuations qui répondent à de fins canalicules (fig. 52 et 53). Leur forme allongée et fibreuse est la même en coupe transversale et en coupe longitudinale, mais en coupe tangentielle, elles ont un contour arrondi (fig. 52) et ressemblent à de simples cellules scléreuses ; elles ne sont donc allongées que dans le sens radial.

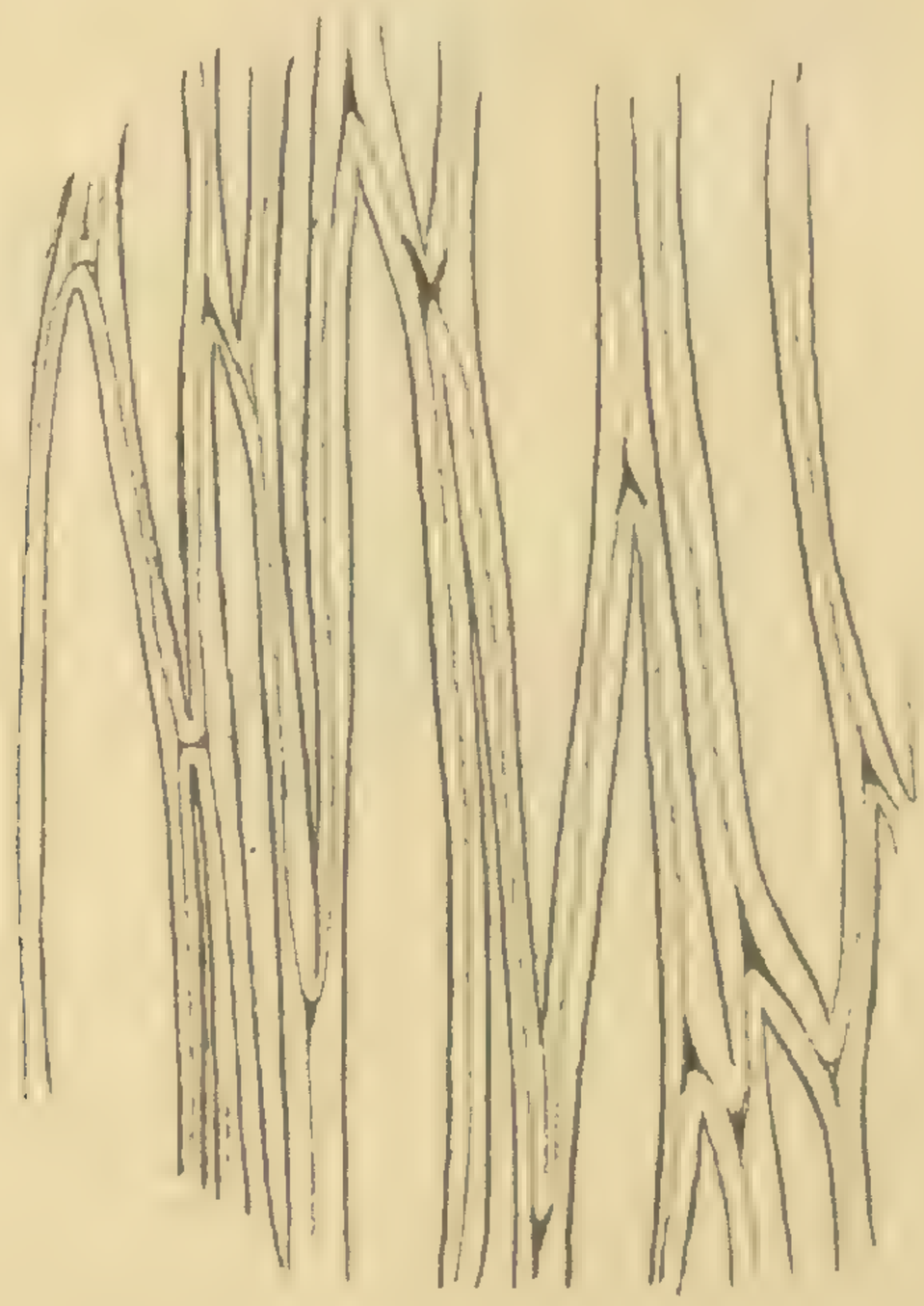


Fig. 54.

La région interne *D* est formée d'éléments semblables à ceux de la région externe, mais allongés perpendiculairement à ces derniers (fig. 54), c'est-à-dire dans le sens longitudinal. Ils présentent donc le même aspect de fibres allongées dans les coupes longitudinales radiales et tangentielles, tandis que leur contour est simplement arrondi en coupe transversale.

Le passage de la région *C* à la région *D* ne s'effectue pas d'une façon tout à fait brusque (fig. 53) ; les fibres à direction radiale de la première se montrent, tout d'abord, entremêlées à quelques fibres longitudinales, dont le nombre augmente rapi-

dement, de l'extérieur vers l'intérieur, et qui deviennnent enfin exclusivement dominantes.

5° Quelques assises d'un parenchyme, formé d'éléments arrondis et à parois minces, remplis d'une matière brune (gomme) succèdent brusquement au tissu mécanique (fig. 48 et 49 E, et fig. 55). Ce parenchyme limite la cavité du fruit, et se trouve interposé entre les deux moitiés de la gousse, aux endroits où elles sont en contact l'une avec l'autre.

Ce contraste de deux zones d'éléments fibreux en direction perpendiculaire dans l'une par rapport à l'autre, se rencontre dans bien d'autres fruits à déhiscence élastique, où leur fonctionnement est identique. Il repose sur cette propriété qu'ont ces éléments de se contracter, par la dessiccation, dans le sens de leur longueur beaucoup plus que dans celui de leur largeur.

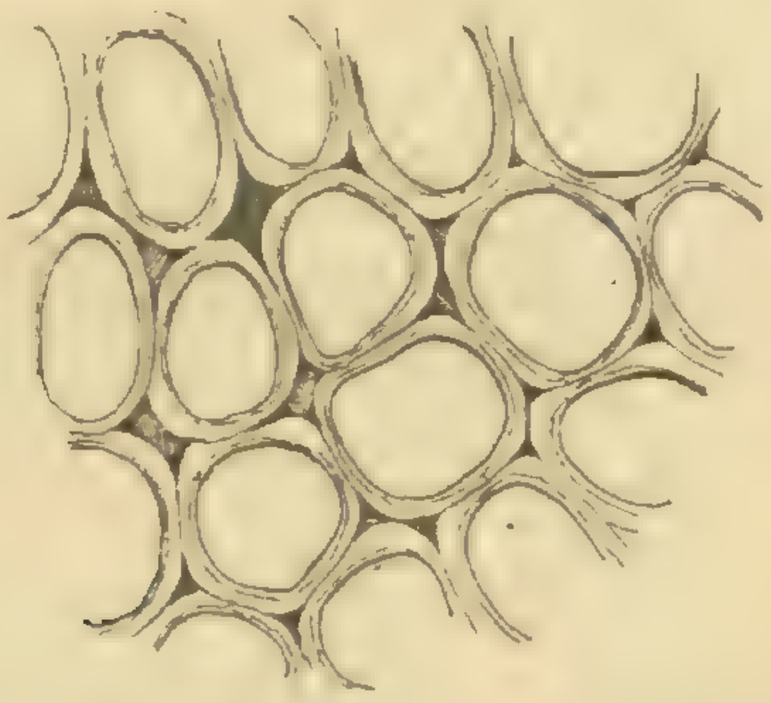


Fig. 55.

Il suffit de jeter un regard sur la coupe longitudinale de la fig. 48 pour comprendre que, dans ces conditions, les fibres radiales de la zone mécanique exercent, sur les fibres longitudinales, une traction qui augmente avec le degré de dessiccation, et tend à séparer les deux moitiés du fruit. Les fibres longitudinales de la région *D*, en se contractant, tendent à leur tour à augmenter la concavité des deux parois de la gousse et, par suite, à les écarter l'une de l'autre. Il arrive un instant où la résistance de la lame parenchymateuse moyenne qui unit les deux valves à la périphérie est vaincue, et celles-ci se séparent brusquement.

Le fruit mûr, stérile ou séminifère, montre, dans son mésocarpe, de nombreuses poches glandulaires, et il renferme dans presque toutes ses cellules, même dans l'épiderme et dans les

cellules scléreuses, la substance brune gommeuse qui abonde dans les autres organes. Seules les fibres des deux zones mécaniques en sont privées.

Anatomie de la graine.

La graine est exalbuminée, comme nous l'avons vu, et se compose uniquement d'un embryon volumineux, protégé par un tégument simple.

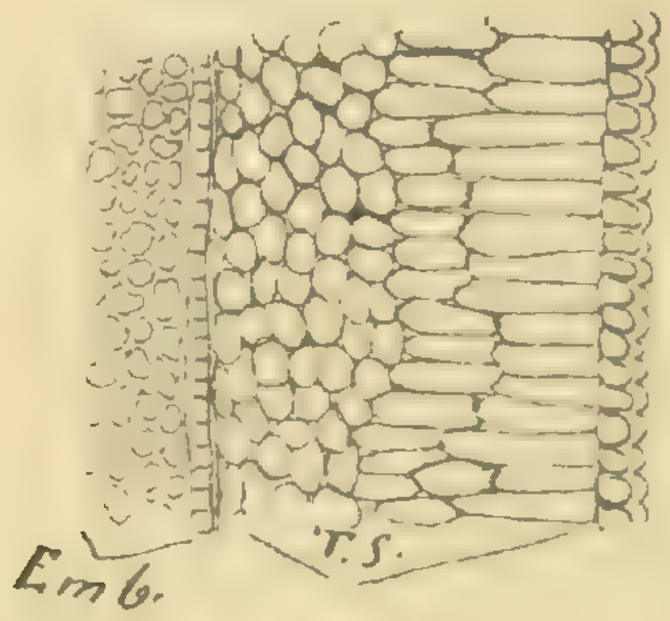


Fig. 56.

Tégument. — Ce tégument (fig. 56) est brun foncé, recouvert d'un épiderme que l'examen à la loupe montre finement granuleux. Les éléments épidermiques, disposés en une

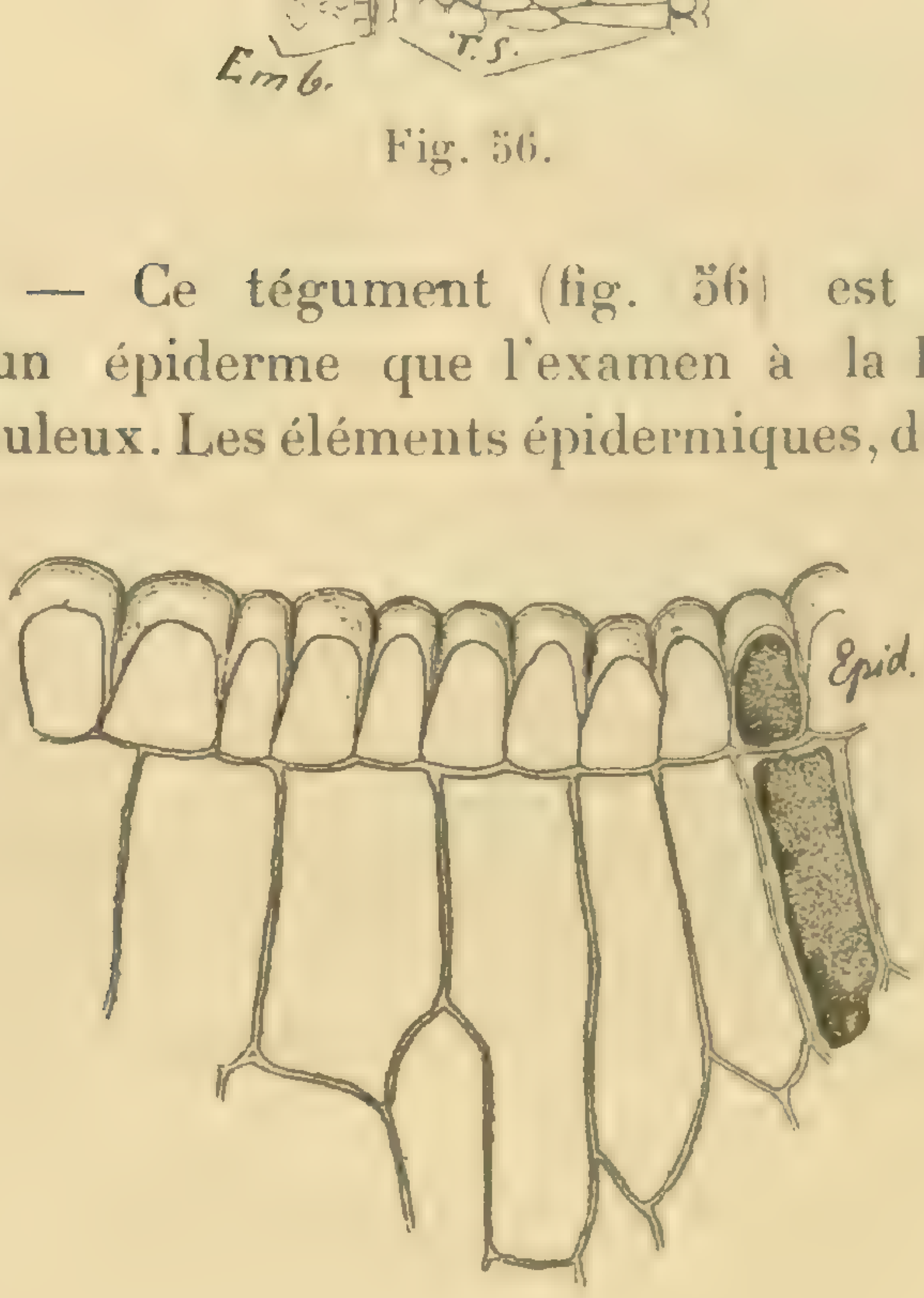


Fig. 57.

seule assise, sont irrégulièrement polygonaux vus de face (fig. 58), un peu allongés en coupe transversale (fig. 57 *Epid.*). Leur

paroi externe, cutinisée et très épaisse, se soulève en forme de papille, mais l'épaississement diminue rapidement sur les parois latérales dont il atteint à peu près le milieu; tout le reste de

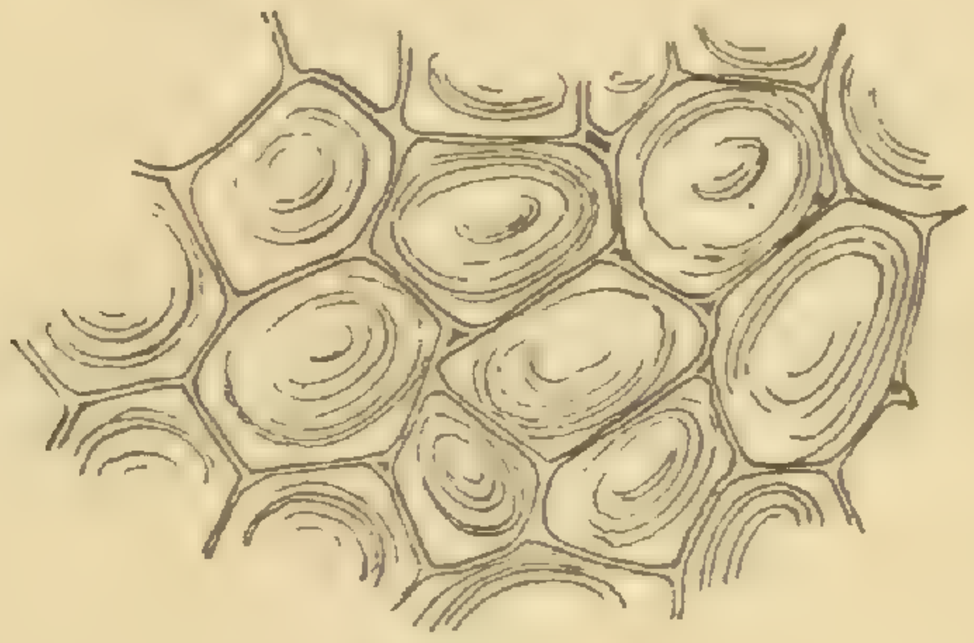


Fig. 58.

leurs parois demeure mince et de nature cellulosique. La première rangée de cellules sous-épidermiques constitue une sorte d'assise palissadiforme (fig. 56 et 57) ; les éléments de la seconde

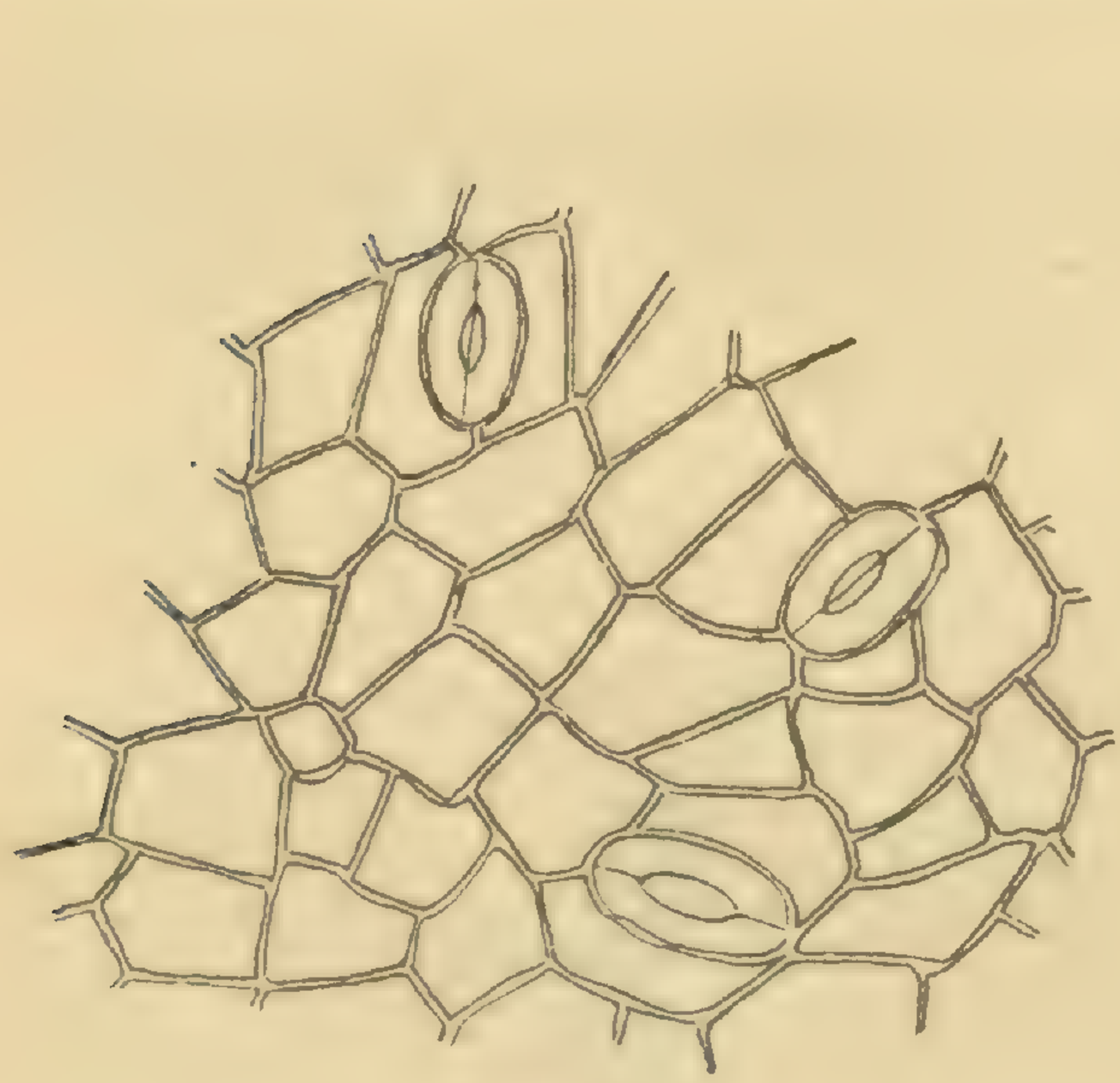


Fig. 59.

Fig. 59 *bis*.

assise, moins allongés dans le sens radial, forment une sorte de transition vers le tissu qui compose le reste du tégument. Ce dernier n'est plus formé que par des cellules arrondies, de plus en plus petites de l'extérieur vers l'intérieur ; il est traversé par les faisceaux conducteurs destinés au tégument et à l'embryon.

Tous ces éléments sont occupés par une substance d'un rouge foncé, brunissant par le perchlorure de fer.

Embryon. — Les cotylédons sont protégés par une première assise de cellules (fig. 56 et 59) régulières, quadrangulaires en coupe transversale ; leurs parois externes et latérales sont assez minces, mais leur paroi interne, gonflée par places, participe aux caractères du parenchyme cotylédonaire. Les éléments qui forment ce dernier (fig. 59 *bis* et 60), irrégulièrement quadrangulaires ou polygonaux, sont épaissis, ou plutôt gonflés

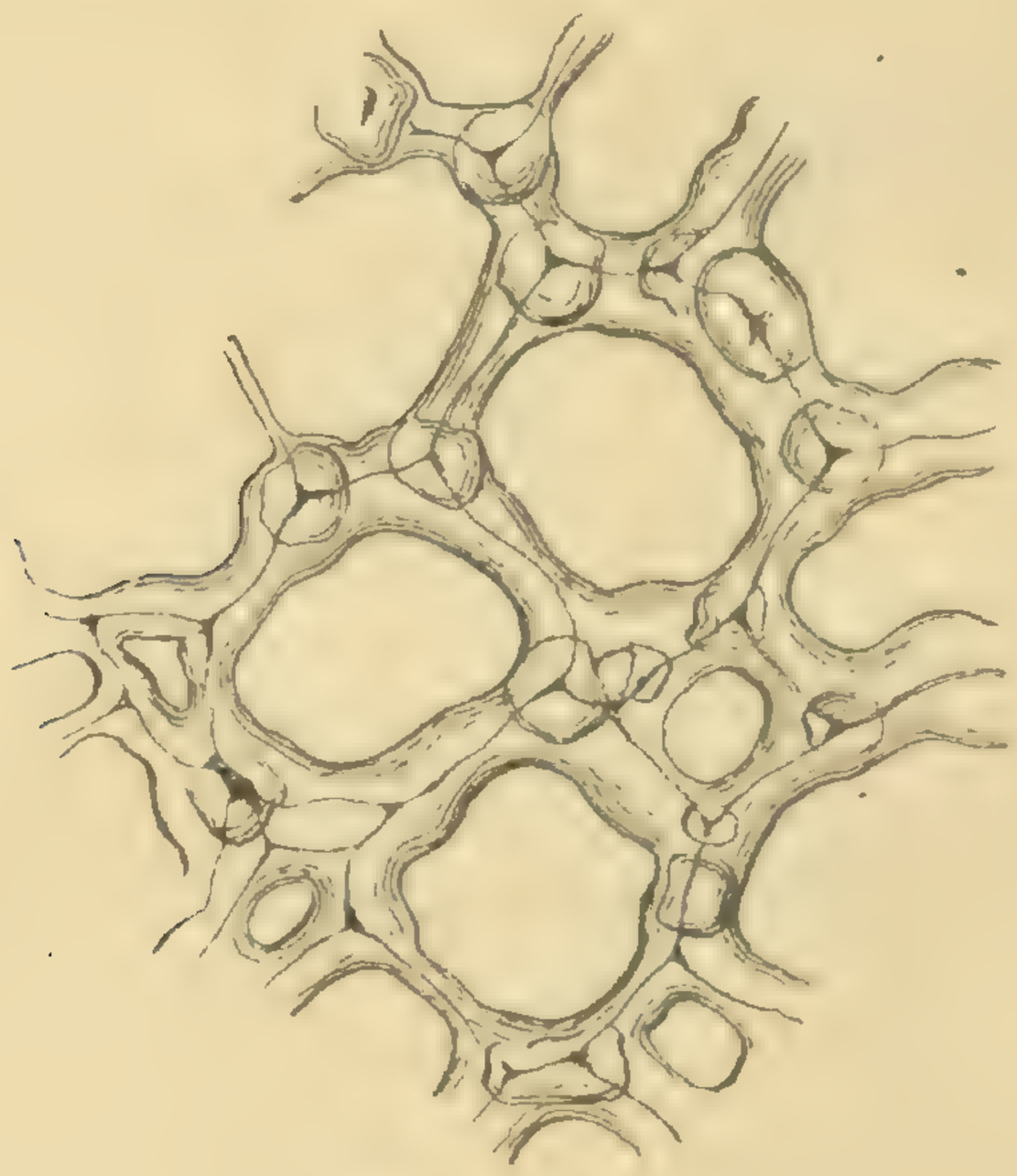


Fig. 60.

d'une façon très irrégulière par un commencement de gélification. La potasse et l'eau de Javel dissolvent rapidement ces membranes, sauf la lamelle moyenne primitive ; après ce traitement, le parenchyme cotylédonaire se montre simplement formé par des cellules polygonales assez régulières, à parois minces, semblables à celles qui constituent le tissu cellulaire ordinaire des graines.

L'amidon est très abondant dans les cellules de l'embryon ; il se présente en grains arrondis, comparables à ceux qui existent dans les organes végétatifs. Signalons enfin, dans les parties externes du tissu cotylédonaire, la présence de mâcles d'oxalate de calcium, fait assez remarquable, puisque cette forme de cristaux n'a pas été rencontrée ailleurs dans la plante.

CONCLUSIONS

L'*Eperua falcata* Aublet est un arbre encore très peu utilisé, mais qui pourrait rendre de réels services par son bois que la résine dont il est pénétré rend très durable et résistant à l'action de l'eau, par l'oléorésine et par le suc gommeux que produit son appareil sécréteur. Son étude offre donc un intérêt réel.

Morphologie externe. — Nous avons insisté tout spécialement sur certains caractères qui peuvent être utilisés pour la détermination de cette plante, et nous avons décrit plus en détails certaines particularités qui avaient passé inaperçues ou n'avaient été mentionnées que d'une façon incomplète. Signalons entre autres :

Les *renflements spéciaux du pétiole principal et des pétiolules ;*

Le *mode de préfloraison* du calice et de la corolle ;

La présence, dans l'androcée, *de cinq filaments stériles* alternant avec les cinq étamines fertiles ;

Les *modifications de forme et d'aspect, que subissent les organes floraux au moment de l'anthèse ;*

Nous avons enfin dressé le *diagramme de la fleur*, d'après de nombreux échantillons observés.

Morphologie interne. — En ce qui concerne *la tige*, normale et conforme au type ordinaire des Cæsalpiniées, tout l'intérêt se concentre sur l'*appareil sécréteur*, qui fait l'objet d'un paragraphe spécial.

La *feuille* est intéressante, en premier lieu par le *mode de distribution et la marche des faisceaux libéro-ligneux dans le pétiole commun, les pétioles secondaires et la nervure médiane des folioles ;* — dans le limbe, il y a lieu de rappeler la manière dont se constitue la préchambre des stomates (*replis en enveloppes de lettres* signalés déjà par Dellien), la *présence d'une double assise palissadiforme*, les nervures en forme de cloison qui traversent le mésophylle, s'appuyant à la fois, par leurs éléments de soutien, aux deux épidermes.

L'ovaire n'offre d'autre particularité intéressante que son appareil sécréteur, les poils unicellulaires qui en revêtent l'épiderme, et *les mâcles d'oxalate de calcium* qui, chez l'*Eperua falcata*, ne se rencontrent que dans le pistil, le fruit et la graine.

Rappelons, à propos du fruit, le tissu mécanique que nous avons décrit, et son fonctionnement au moment de la déhiscence.

Dans la graine, il y a lieu de remarquer la structure, assez simple d'ailleurs, du tégument, et celle plus particulière de l'embryon, dont *les cellules, en partie gélifiées et irrégulièrement gonflées*, rappellent le tissu de certaines autres semences de Légumineuses, entre autres l'albumen du Caroubier.

Appareil sécréteur. — Il est représenté par *trois sortes d'organes :*

1° *Cellules glandulaires*, non différenciées ou à peine différenciées, ayant leur siège dans tous les parenchymes, mais plus spécialement dans l'écorce parenchymateuse et le liber des tiges âgées ; les fibres, les cellules sclérenchymateuses, les vaisseaux eux-mêmes peuvent, dans certaines circonstances, contenir un suc concret.

2° Des *canaux sécréteurs*, ou mieux des *poches sécrétrices*, dont l'origine schizogène et le mode de multiplication des cellules de bordure par cloisonnement ne font aucun doute.

3° Des *lacunes glandulaires*. Celles-ci ont leur siège exclusif dans le parenchyme ligneux de la tige ; elles ne se montrent que dans le bois secondaire, et leur mode d'accroissement est essentiellement lysigène. La phase toute première de leur genèse n'a pu être observée ; toutefois, si l'on tient compte de l'analogie étroite qui réunit les genres *Eperua*, *Copaïfera* et *Daniella*, on doit admettre que chez l'*E. falcata*, comme dans ces deux derniers genres étudiés par M. L. Guignard, la formation de ces organes débute par un processus schizogène spécial.

Les *cellules glandulaires* ont leur siège à peu près partout, et ne représentent pas des organes différenciés ; — les *canaux*

sécréteurs ou *poches sécrétrices* se trouvent dans l'écorce et la moelle de la tige, des rameaux, des pédoncules floraux, dans les pétioles communs, les pétiolules et le limbe des feuilles; on en trouve également dans les parois de l'ovaire et du fruit.

Les produits de sécrétion sont de deux ordres : 1° un *suc gommeux*, formé dans les cellules glandulaires, dans les éléments des canaux sécréteurs, et même dans les cellules scléreuses et les fibres ; on le trouve aussi souvent obstruant la cavité des vaisseaux ; — 2° l'*oléorésine*. Elle prend naissance, en quantité très minime, dans les canaux sécréteurs, mais ce sont surtout les lacunes glandulaires du bois qui la donnent en quantité considérable.

EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — Une feuille d'*Eperua falcata* Aub., un peu réduite.

Fig. 2. — Base des deux folioles terminales d'une feuille, au sommet du rachis. Dans ces deux figures : G, épaississement basilaire du rachis ; *g*,*g*, pétioles secondaires renflés.

Fig. 3. — Diagramme de la fleur d'*E. falcata* ; *Bm.*, bractée-mère ; *Pr.* Pr., préfeuilles ; S^1, S^2, S^3, S^4, pièces du calice, dans leur ordre de préfloraison ; *Pt.*, pétale unique ; *Et.*, étamines fertiles ; *Stam.*, staminodes ; *Or.*, ovaire.

Fig. 4 et 5. — Boutons floraux dans lesquels le calice cache encore les organes internes.

Fig. 6. — La fleur non épanouie, après écartement des lobes du calice.

Fig. 7. — La fleur après l'anthèse.

Fig. 8, 9 et 10. — Diverses parties de la fleur en bouton, après enlèvement du calice.

Fig. 11. — Pistil isolé.

Fig. 12. — Pistil en section longitudinale, montrant les ovules.

(Dans toutes ces figures, les lettres ont la même signification que dans la figure 4 ; en outre : *Sty.* style et *Stig.* stigmate).

Fig. 13. — Un grain de pollen (Gross. 250).

Fig. 14. — Une gousse, très réduite (échantillon du Muséum de Paris).

Fig. 15. — Deux fragments de gousse stérile échantillon communiqué par M. le Dr Heckel).

Fig. 16. — Un fragment de valve fertile, avec une semence montrant son raphé saillant et la légère expansion du funicule au point d'attache (dessin un peu réduit).

Fig. 17. — Point d'attache de la graine sur le placenta légèrement grossi).

Fig. 18. — Fruit et semence d'*Eperua falcata*, d'après Aublet.

Fig. 19. — Épiderme de la tige et premières assises de l'écorce ; *épid.*, épiderme ; *pér.*, périderme ; *par. cort.*, parenchyme cortical (Gross. : 250).

Fig. 20. — Écorce et liber de la tige ; *pér.*, périderme ; *phell.*, cambium externe ou phellogène ; *a. scl.*, gaîne fibro-scléreuse ; *li.*, *liber* ; *fb.*, fibres libériennes ; *r. m.*, rayons médullaires ; *S.*, un canal sécréteur ; *cr.*, cristaux d'oxalate de calcium (Gross. 166).

Fig. 21. — Coupe transversale d'une tige d'un faible diamètre ; *pér.*, périderme ; *par. cort.*, parenchyme cortical, etc., comme dans la fig. 21. En outre : *B.*, bois ; *M.*, moelle ; *lent.*, lenticelle Gross. 38 .

Fig. 22. — Tige plus âgée. Mêmes indications de lettres Gross. 151.

Fig. 23. — A gauche, cellules glandulaires du parenchyme cortical ; à droite, deux canaux sécréteurs en section transversale (250).

Fig. 24. — Coupe transversale d'une tige adulte. Indications de lettres (*périd.*; *par. cort.*, etc.) comme dans les figures précédentes (Gross. 29).

Fig. 24 *bis*. — Une partie de l'écorce de tige adulte plus fortement grossie; *cg.*, cellules glandulaires à contenu gommeux; *scl.* cellule sclérenchymateuse; le reste comme dans les figures précédentes (Gross. 333).

Fig. 25. — *A*, cellules à cristaux du liber (Gross. 38); *B*, mêmes cellules plus fortement grossies (266).

Fig. 26. — Coupe tangentielle du liber dans une tige jeune (Gross. 166).

Fig. 27. — Fibres libériennes d'une écorce âgée (Gross. 120).

Fig. 28. — Deux fibres plus grossies, avec cristaux inclus dans la paroi.

Fig. 29. — Schéma d'une portion du bois secondaire de la tige; *par. l.*, parenchyme ligneux; *v. r. v.*, vaisseaux dont un *v'* est obstrué par le produit gommeux; *l.s.*, *l.s.*, lacunes glandulaires; *r. m.* rayons médullaires.

Fig. 30. — *l.s.*, *l.s.*, lacunes à oléorésine du bois, en coupe transversale; *li.*, liber; *cam.*, cambium; *flb.*, fibres libériennes; *r. m.*, rayons médullaires (Gross. 250).

Fig. 31. — Lacunes à oléorésine formées déjà dans le cambium; mêmes indications et même grossissement que dans la fig. 30.

Fig. 32 et 33. — Canaux sécréteurs de la tige en coupe longitudinale, la première montrant les cellules de bordure à parois minces, la seconde avec ces mêmes cellules en partie détruites (Gross. 166).

Fig. 34. — Coupe transversale, demi-schématique, d'un pédoncule.

Fig. 35. — I, II, III, etc., jusqu'à X, schémas destinés à montrer la marche et le mode de distribution des faisceaux libéro-ligneux dans la gaîne et le pétiole.

Fig. 36. — Coupe transversale d'un pétiole secondaire; *s. s.*, canaux sécréteurs.

Fig. 37. — Coupe schématique du rachis, vers le point d'insertion d'une paire de folioles.

Fig. 38. — Coupe schématique du rachis, dans l'intervalle des folioles.

Fig. 39. — *A*, *B*, épidermes supérieur et inférieur de la feuille vus de face (gross. 187); C, deux stomates vus de face, à un fort grossissement (487; *cel. a*, cellules accessoires.

Fig. 39 *bis*. — Un stomate en coupe transversale.

Fig. 40. — Coupe transversale schématique de la nervure médiane du limbe; *par. cort.*, parenchyme cortical; *a. scl.*, gaîne péricyclique; *par.*, parenchyme interposé entre le liber et la gaîne; *li.*, liber; *B*, bois; *M.*, Moelle; *S. S.*, canaux sécréteurs.

Fig. 40 *bis*. — Une nervure du limbe accompagnée de fibres et de cristaux (187).

Fig. 41. — Coupe transversale du limbe au niveau d'une nervure de grandeur moyenne. Au centre de la gaîne fibreuse, qui se prolonge jusqu'au contact des deux épidermes, on aperçoit quelques petits vaisseaux (gross. 187).

Fig. 42. — Coupe transversale du limbe, montrant une petite nervure entourée par le parenchyme vert (Gross. 187).

Fig. 43. — Coupe transversale du limbe avec un canal sécréteur (187).

Fig. 44. — Coupe transversale du bord du limbe (Gross. 250).

Fig. 45. — Coupe transversale de la paroi de l'ovaire ; *S. S.*, canaux sécréteurs.

Fig. 46. — Une portion de coupe transversale de la paroi de l'ovaire plus grossie (250 diam.). *Epid.*, épiderme ; *épith.*, épithélium.

Fig. 47. — Épiderme (*épid.*) de l'ovaire avec un stomate (*stom.*), montrant la base des poils, un canal sécréteur *S*, et des cristaux *cr. cr.* (Gross. environ 500).

Fig. 48. — Coupe longitudinale d'un jeune fruit, en un point où les deux moitiés ne sont pas séparées par les graines. *A* zone externe, *B* zone parenchymateuse moyenne, *C* zone à fibres radiales et *O* zone à fibres longitudinales, dont le mécanisme déterminera plus tard la déhiscence. Au milieu se montre un tissu interposé (Gross. 18).

Fig. 49. — Une moitié de la coupe précédente plus grossie ; E, tissu interposé entre les deux valves (environ 40 fois).

Fig. 50. — Épiderme du fruit, vu de face (Gross. 250).

Fig. 51. — Épiderme vu de profil, et tissu scléreux de la zone *A* (Gross. 250).

Fig. 52. — Fibres radiales du tissu mécanique (zone *C* des figures précédentes) sectionnées perpendiculairement à leur direction (Gross. 187).

Fig. 53. — Tissu mécanique en coupe longitudinale au point de jonction des deux zones *C* et *D* (Gross. 187).

Fig. 54. — Fibres de la zone *D*, vues sur une section longitudinale du fruit (Gross. 187).

Fig. 55. — Cellules du tissu interne *E* (187).

Fig. 56. — Coupe transversale de la graine ; *t. s.*, tégument séminal ; *emb.*, embryon.

Fig. 57. — Épiderme du tégument séminal, et les deux premières assises sous-jacentes. Le contenu brun rougeâtre n'a été représenté que dans deux éléments (Gross. 300).

Fig. 58. — Épiderme du tégument séminal vu de face (300).

Fig. 59. — Épiderme, et 59 *bis* cellules externes du tissu cotylédonaire (300).

Fig. 60. — Une portion plus profonde du tissu cotylédonaire (300).

NOTE DE LA DIRECTION

Comme complément au travail d'anatomie et de morphologie botaniques de M. le prof. Courchet, nous avons la bonne fortune de pouvoir ajouter ici une courte note sur la composition chimique du baume d'*Eperua falcata* telle qu'elle nous a été dressée par M. le prof. Tschirch de l'Université de Berne (Suisse). Nous avons envoyé à ce savant, dont la haute compétence en matière de produits résineux est bien connue, une toute petite quantité (50 gr. environ) du prétendu *baume de Wapa*, extrait du bois, et voici le résultat de ses recherches, qu'une étude plus approfondie portant sur une plus grande quantité de matières permettra sans doute de compléter sous peu. — Mais, dès aujourd'hui, il est bien établi que le produit appelé huile de Wapa n'est ni une huile, ni un baume, ni une oléorésine. De même, le produit de sécrétion de l'écorce n'est pas un kino d'après les recherches de M. Ribaud, de Toulouse, que nous donnons plus loin. C'est un premier point important qui éloigne les *Eperua* de certaines autres *Légumineuses Cæsalpiniées* auxquelles des affinités botaniques de divers ordres les rattachent.

E. H.

RECHERCHES CHIMIQUES
SUR « L'HUILE » D'*EPERUA FALCATA*

Le Baume d'*Eperua falcata*, que vous m'avez envoyé, n'est pas une « oléorésine », en tout cas pas un baume résineux ou un kino. Il ne contient ni de la résine, ni de l'huile volatile. En plus grande partie, il est composé de corps contenant de l'azote (albuminoïdes), qui donnent la réaction Lassaigne et qui donnent du Pyrrol avec la potasse caustique.

Il contient :

1° Un corps albuminoïde, soluble dans l'eau, mais précipité par l'alcool (très peu);

2° Un corps albuminoïde, soluble dans l'eau qui n'est pas précipité par l'alcool (beaucoup plus);

3° Un corps albuminoïde, qui, en contact prolongé avec l'acide chlorhydrique, le rend violet; ce corps est soluble dans une solution diluée de potasse caustique, il est précipité par l'acide chlorhydrique. (C'est la substance principale).

Point de fusion = 225°.

Analyse : C = 47,17 %
H = 7,34 —
Az = 12,09 —

4° Un Enzym.

La quantité de « baume » étant trop petite pour pouvoir obtenir les substances dans un état complètement pur, il n'était pas possible de constater si les corps contenant de l'azote étaient accompagnés d'autres substances sans azote. Peut-être qu'il y a encore en très petite quantité un corps appartenant à la catégorie des saponines. En outre nous avons constaté la présence d'une petite quantité d'acide butyrique, mais pas des hydrates de carbone.

Le produit ne contient ni résine, ni huile volatile, il ne contient pas non plus de substances solubles dans l'alcool absolu (à chaud ou à froid), dans l'acétone, l'éther ou dans un mélange d'éther et d'alcool.

Il contient de l'eau.

TSCHIRCH.

NOTE DE M. LE PROFESSEUR RIBAUT de Toulouse,

SUR

LA GOMME DE L'ÉCORCE DE L'*EPERUA FALCATA*

Extraite par incision de cette écorce.

Quant au produit solide et à aspect de Kino, extrait par l'incision de l'écorce de *l'Eperua falcata*, d'où il découle à l'état de liquide, ce n'est pas un Kino, attendu qu'il n'a pas les réactions d'un tannoïde, mais se rapproche des gommes. La substance est insoluble dans l'éther et l'alcool ; elle est facilement soluble dans l'eau. Avant de se dissoudre elle gonfle dans ce liquide.

La solution aqueuse est trouble et passe ainsi à travers ce filtre. L'alcool y produit un précipité blanc.

L'acide chlorhydrique de même, le précipité étant soluble dans un excès d'acide.

Le *perchlorure de fer* donne un précipité blanchâtre, mais pas de coloration.

L'acétate neutre de plomb précipite en blanc.

Le produit dégage une odeur très nette *d'acide butyrique*.

L'étude de cette substance est intéressante, mais elle est à rayer du cadre des tannoïdes. D'autres recherches sont nécessaires pour en déterminer la nature.

NOTE RECTIFICATIVE DE LA DIRECTION

Après les faits d'ordre chimique révélés par la note de M. Tschirch, il est évident que la dénomination d'*oléorésine* donnée, sur la foi des précédents, au produit de sécrétion, soit du bois, soit des poches glandulaires de l'écorce parenchymateuse et de la moelle, ne saurait être conservée. Le lecteur est prié de rectifier lui-même cette dénomination partout où elle se trouve employée à tort dans le travail botanique de M. Courchet, imprimé bien avant que l'on ait connu les résultats de l'analyse Tschirch.

E. H.

LE *KIRONDRO* DE MADAGASCAR

(*Perriera Madagascariensis* COURCHET)

INTRODUCTION

Le « Kirondro » est un arbre éminemment toxique, encore très peu connu, et que l'on trouve au N.-O. de Madagascar, dans les collines sablonneuses de l'Ambongo.

Les échantillons de tiges, feuilles, fruits et graines qui nous ont permis de faire le présent travail ont été mis gracieusement à notre disposition par M. le Dr Heckel, Directeur fondateur de l'Institut colonial de Marseille; ils lui avaient été envoyés de Madagascar par M. H. Perrier de la Bathie, correspondant zélé de l'Institut colonial de Marseille, très adonné au culte de la botanique, et qui les avait récoltés lui-même. C'est à M. Perrier que nous devons sur le port, la station du « Kirondro », l'époque de sa floraison et de sa fructification, ses propriétés, etc., les seuls renseignements exacts que l'on ait pu recueillir jusqu'ici. D'ailleurs, la ressemblance de ce nom malgache de « Kirondro » avec celui de « Kitsongo » appliqué à un, et peut-être aussi à deux autres arbres toxiques des mêmes régions, avait entraîné une confusion qui, grâce à M. Perrier, a pu être dissipée. On trouve, en effet, mentionnée sous le nom de « Kirondro » par le R. P. Baron, auteur d'une Flore de Madagascar, *une Légumineuse, et H. Baillon est tombé dans une erreur semblable en identifiant le « Kirondro* (Kerondro, Kirondrou) » au Dalbergia toxicaria. *Nous possédons nous-mêmes, par l'intermédiaire de M. Heckel, des échantillons provenant des mêmes contrées que le Kirondro, échantillons qui appartiennent à deux plantes différentes : l'une d'elles est certainement une Légumineuse, l'autre, dont nous n'avons pu encore nous procurer les fleurs, pourrait bien être une Connaracée, mais*

toutes deux portent, sur l'étiquette d'origine, le nom de « Kitsongo ». Nous nous proposons d'en achever l'étude, lorsque l'arrivée de matériaux nouveaux nous l'aura permis.

Quoi qu'il en soit, il est maintenant hors de doute que le nom de « Kirondro » n'est appliqué, à Madagascar, qu'à une seule espèce d'arbre[1] *qui, par sa morphologie externe aussi bien que par sa structure anatomique, trouve sa place naturelle dans la famille des Simarubacées. M. le Dr Heckel, en nous faisant parvenir pour l'étude les échantillons relatifs au* Kirondro, *nous engageait à relever avec soin les caractères de la fleur et du fruit car, disait-il, cette plante était une Térébinthinée, et appartenait probablement à une espèce, peut-être même à un genre inconnus. Les résultats du travail que nous avons entrepris, à son instigation, ont pleinement confirmé ces prévisions, et M. le professeur Engler de Berlin a bien voulu, depuis, appuyer ses conclusions de sa haute autorité.*

1. M. Perrier de la Bathie écrivait, en date du 27 avril 1903, à M. le Dr Heckel, une note ainsi conçue : « Le Kirondro est un violent poison dans toutes ses parties, surtout par ses fruits. Je n'ai pu entendre encore dire que les Sakalaves l'emploient comme remède ; dans tous les cas, *c'est bien à cet arbre que s'applique le nom de Kirondro, et non à un* Dalbergia ».

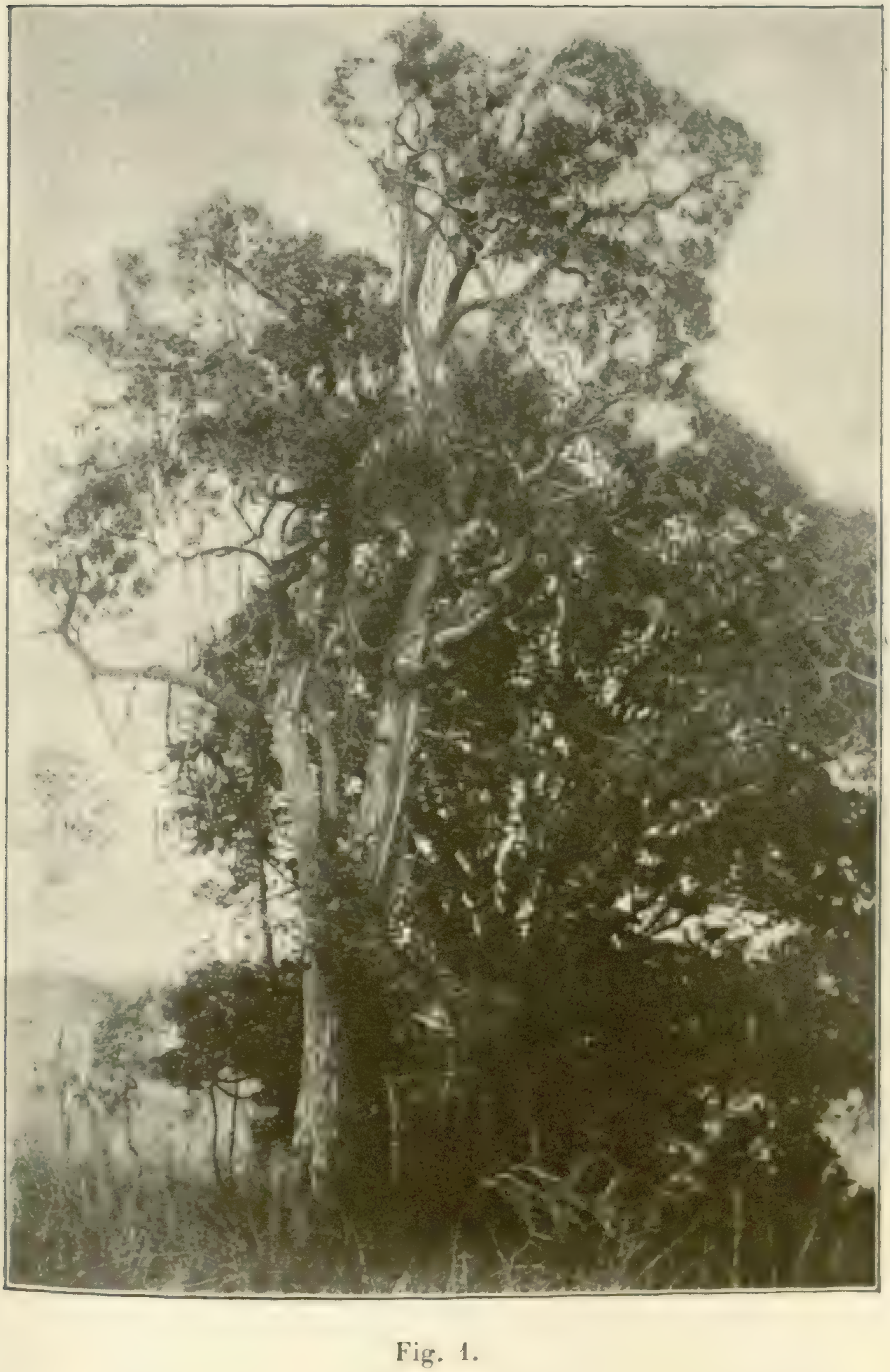


Fig. 1.

Fig. 2.

LE *KIRONDRO* DE MADAGASCAR

(*Perriera Madagascariensis* COURCHET)

Par M. L. COURCHET,

Professeur à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier.

I. — MORPHOLOGIE EXTERNE

Port. — Le « Kirondro » (fig. 1) est un bel arbre pouvant atteindre 20, 25, et même 30 mètres de hauteur. Le tronc est revêtu d'une écorce grisâtre, irrégulière, profondément crevassée dans le sens de la longueur, jaune à l'intérieur. Le bois offre une teinte semblable. Les branches et les plus gros rameaux sont étalés ou ascendants ; les ramifications d'un diamètre plus faible sont étalées ou un peu pendantes.

Feuilles. — Les feuilles (fig. 2 et 3) sont persistantes, alternes, sans stipules, imparipennées, avec cinq paires (souvent moins) de folioles latérales opposées, la dernière paire et la foliole terminale s'insérant au même point, à l'extrémité du rachis. La longueur du rachis varie entre 15 et 23 centimètres environ ; la longueur totale de la feuille, foliole terminale comprise, peut atteindre 30 centimètres. La distance de la première paire de folioles au point d'insertion du pétiole est, en moyenne de 4 à 5 centimètres. Enfin l'une des trois folioles de l'extrémité avorte parfois, et la feuille devient alors accidentellement paripennée (fig. 2, feuille de gauche).

Les folioles, portées sur de courts pétiolules (2 à 3 millimètres de longueur), ont un bord légèrement révoluté, entier ou

Fig. 3.

à peine ondulé ; elles sont obovales, souvent brusquement rétrécies au sommet en un lobe court et obtus. La longueur totale du limbe est d'environ 7 centimètres, sur une largeur moyenne de 2 centimètres dans sa partie la plus large. Quelques folioles montrent accidentellement un étranglement unilatéral plus ou moins profond. Toutes, enfin, sont plus ou moins asymétriques, leur moitié supérieure étant un peu plus large que celle qui regarde la base du pétiole commun. — La consistance du limbe est un peu coriace, sa couleur, autant qu'on peut en juger d'après le sec, est d'un vert assez clair, presque argenté,

Fig. 3 bis.

surtout à la face inférieure, grâce à la présence de nombreux stomates (qui manquent à la face supérieure), de quelques poils unicellulaires, et surtout à l'épaisseur considérable de la paroi externe des cellules épidermiques. De la nervure médiane, saillante sur les deux faces, se détachent, de chaque côté, 12 à 15 nervures de second degré faisant avec elle un angle assez ouvert, opposées ou non. A l'extrémité des dernières nervures latérales et de la nervure médiane on trouve, sur beaucoup de folioles (mais non sur toutes), de petites glandes visibles à la

face supérieure du limbe comme des callosites discoïdales (fig. 29 *gl.*, *gl.*), de teinte brune, un peu concaves, à peine indiquées, à la face inférieure, par des saillies légères de l'épiderme.

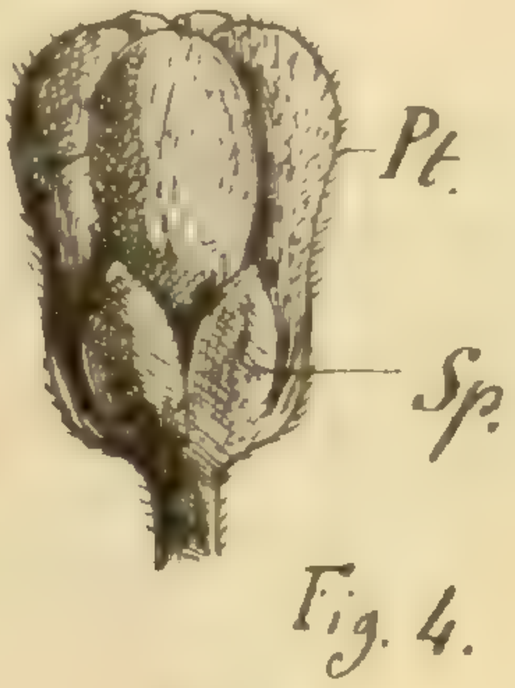


Fig. 4.

Fig. 4.

Bien qu'elles déterminent, comme chez les Rutacées, la présence de ponctuations translucides aux points correspondants,

Fig. 5.

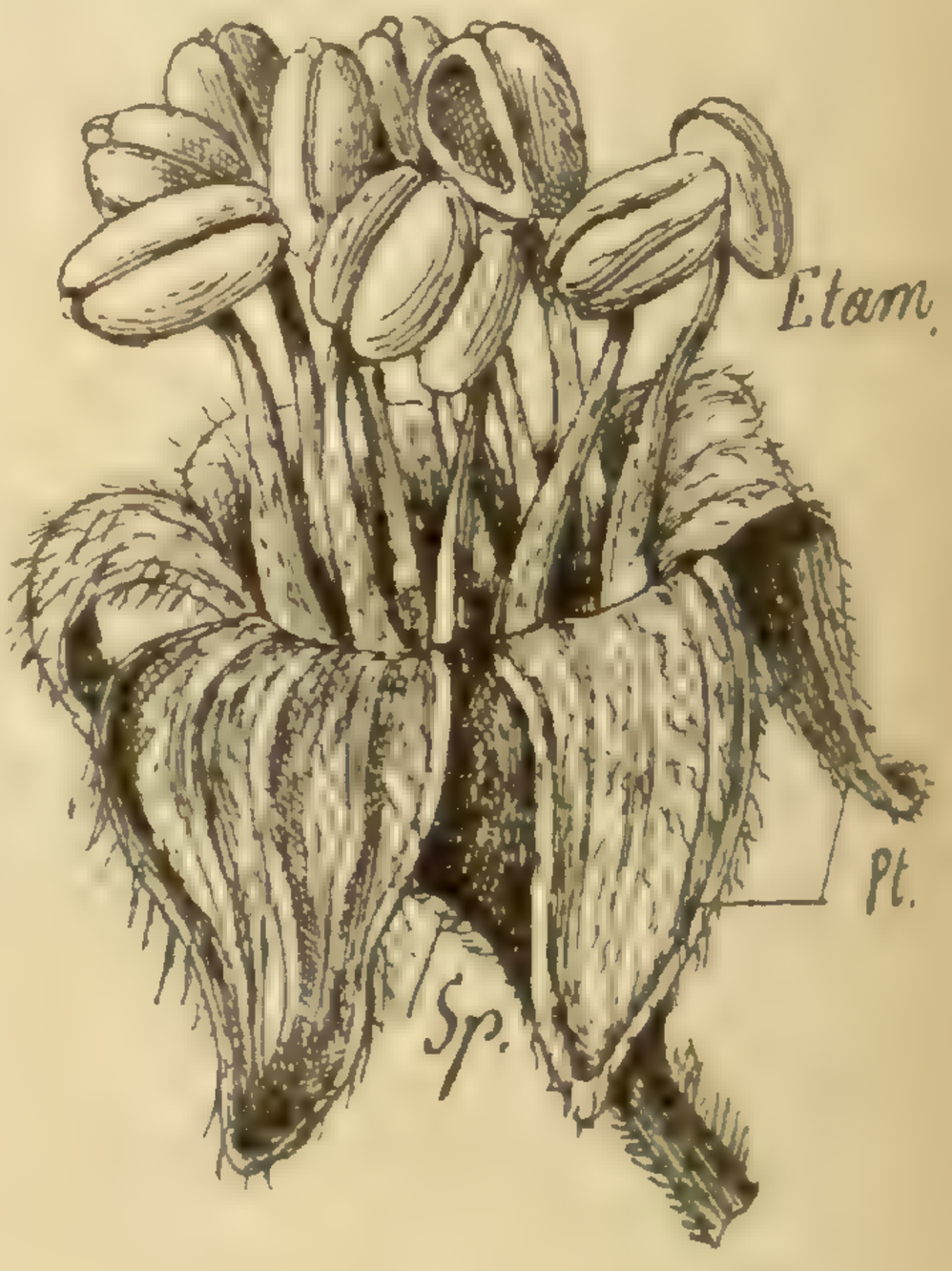


Fig. 6.

leur structure est différente et spéciale, comme nous le verrons plus loin [1].

1. Solereder *Systematische Anatomie der Dicotyledonen*, 1899, p. 208, en signale de semblables chez *Ailanthus glandulosa* Desf. et *A. excelsa* Rxbg.

Inflorescences. — *Structure florale.* — Les fleurs (fig. de 2 à 8), petites et peu apparentes, d'un jaune verdâtre, sont groupées en grappes ramifiées axillaires (fig. 2) dont la longueur totale est à peu près égale à celle des feuilles. Chacune d'elles, portée sur un court pédicelle velu, nait à l'aisselle d'une petite bractée (fig. 7 *B*). Elles sont actinomorphes, pentamères (çà et là tétramères), hermaphrodites ou mâles par développement incomplet du pistil, réduit alors à un rudiment stérile.

Le réceptacle, légèrement convexe, donne insertion aux parties suivantes [fig. 4 à 8] :

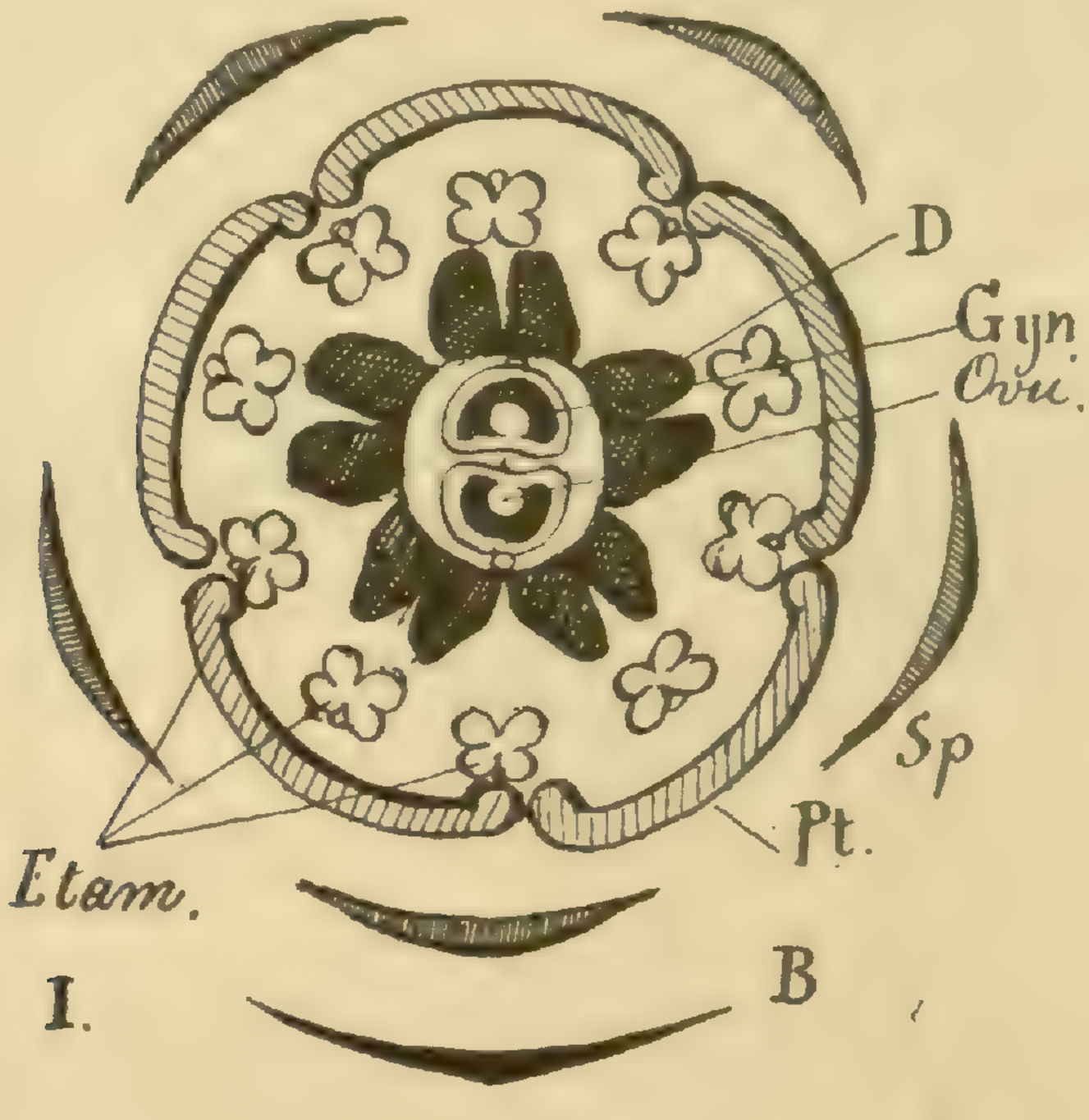


Fig. 7.

1° Un calice court, gamosépale (*Sp*), velu à l'extérieur, à lobes triangulaires et obtus, sans contact dans le bouton.

2° Cinq (ou quatre) pétales (*Pt.*) indépendants, velus comme le calice, beaucoup plus longs que les sépales, oblongs et terminés par une pointe obtuse, concaves et à bords involutés. Leur préfloraison est valvaire-induplicative, et ils cachent entièrement, dans le bouton, les étamines et le gynécée (fig. 4) ; ils sont plus tard étalés, et montrent même une tendance à se réfléchir sur le calice (fig. 5 et 6).

3° L'androcée (*Etam.*) est formé par dix (quelquefois par huit) étamines dont les filets subulés, élargis à la base, sont velus jusqu'à la moitié de leur hauteur, infléchis dans le bouton, puis nettement exserts ; ils sont dépourvus d'écailles ligulaires. Les anthères, oblongues, arrondies, de couleur jaune, sont introrses, puis versatiles, déhiscentes par deux fentes longitudinales.

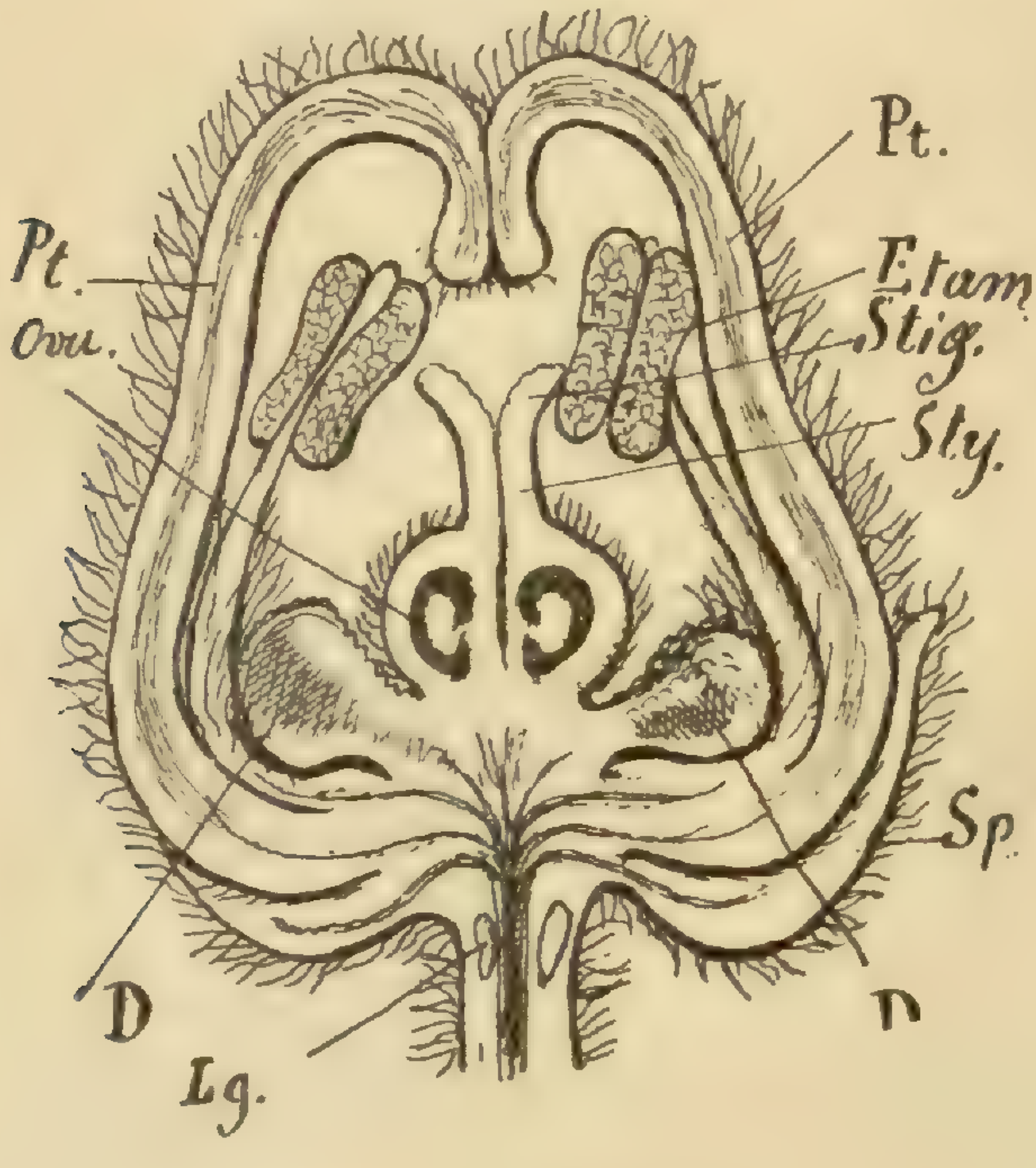


Fig. 8.

4° Les étamines sont insérées au-dessous d'un disque hypogyne (fig. 7 et 8 *D*), de couleur foncée, composé par cinq grosses glandes opposées aux pétales (ou quatre dans les fleurs 4 mères), profondément bilobées sur leur côté externe.

5° Le gynécée, stérile chez certaines fleurs, est formé par deux carpelles velus (*Gyn.*), très convexes sur leur côté externe, presque planes sur leur face interne et couverts de poils unicellulaires. A peine cohérents par leur base, ces carpelles sont ensuite indépendants l'un de l'autre jusqu'à la base des styles ; chacun d'eux contient vraisemblablement un seul ovule (*ovu.*) anatrope et descendant, son micropyle étant dirigé en dehors

et en haut[1]. Au-dessus de la région ovarienne, qu'entoure le disque épais, les deux styles subterminaux, un peu internes, s'accollent en une colonne assez courte (*Sty.*) terminée par les deux stigmates divergents (*Stig.*)[2].

Fruit. — Le fruit est une drupe de la grosseur d'un œuf de poule (fig. 9 et 10), très convexe du côté dorsal, beaucoup

Fig. 9.

Fig. 10.

moins arrondie et presque plane du côté ventral ; à sa partie inférieure, on aperçoit la cicatrice laissée par son insertion sur le réceptacle (*Pédon.*) ; son côté supérieur laisse voir, un peu en dedans, la trace de l'insertion du style (*Sty.*). Conservé dans l'alcool, ce fruit est d'un jaune pâle, recouvert d'un épicarpe

1. A cause de la jeunesse et du faible volume des fleurs étudiées par nous, et aussi à cause des poils qui hérissent la surface des carpelles, il nous a été impossible de déterminer exactement, dans la fleur, l'orientation des ovules, à peine visibles à travers la paroi de l'ovaire ; mais on peut déduire cette orientation de la forme et de la situation de la graine dans le fruit, ainsi que nous l'avons fait, aidé par les précieuses indications qu'a bien voulu nous donner M. le professeur Engler, de Berlin.

2. Il m'a été difficile de déterminer exactement l'orientation de ces deux carpelles, qui me paraissent pourtant antéro-postérieurs.

lisse ; son sarcocarpe spongieux, mais traversé par des faisceaux fibreux nombreux et puissants, recouvre un mince noyau crustacé. Le péricarpe mesure, dans sa partie la plus mince, deux centimètres environ ; son épaisseur dépasse deux centimètres et demi dans la région placentaire. La drupe du Kirondro est monosperme.

Graine. — La graine (fig. de 10 à 13), recouverte d'un tégu-

Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

ment brunâtre et menbraneux, est dépourvue d'albumen ; elle occupe presque en totalité la cavité du noyau. L'embryon est volumineux, oblong, à radicule supère (*rad.*) ; sa face ventrale est marquée d'un sillon longitudinal profond (fig. 12) au point de contact des deux cotylédons ; les côtés et la face dorsale de ces derniers sont creusés eux-mêmes de replis ramifiés, séparés par des saillies irrégulières d'un aspect caractéristique. — Sur le prolongement de la radicule qui affleure à l'extrémité supérieure de l'embryon (*rad*), les deux cotylédons, séparés l'un de l'autre, montrent une côte saillante (*Co. Cot.*) qu'on peut suivre sur les deux tiers environ de leur longueur.

Les tissus qui constituent cet embryon sont gorgés de fécule, et leur saveur est d'une amertume qui rappelle celle de la Noix vomique.

Enfin, l'un des caractères de structure les plus remarquables du « Kirondro » consiste dans la présence de grosses lacunes à mucilage dans la moëlle périphérique de la tige, des pédoncules floraux, du rachis, et dans les grosses nervures du limbe. La répartition de ces poches glandulaires, irrégulière, dans la

tige et les rameaux, semble, dans la feuille, obéir à certaines règles, ainsi que nous le verrons plus loin.

Par son port et ses caractères végétatifs, par sa structure florale (*actinomorphie*, *diplotémonie*, *présence d'un disque hypogyne intra-staminal*, *ovaire supère dicarpellé avec ovules solitaires anatropes*), par son *fruit drupacé*, sa *graine exalbuminée*, le « Kirondro » trouve sa place naturelle dans l'ordre des Térébinthinées.

D'autre part, *l'indépendance des carpelles dans leur région ovarienne*, *l'absence totale de canaux à oléorésine*, enfin son *amertume et ses propriétés physiologiques* l'excluent des Térébinthacées, et l'*on ne trouve nulle part*, non plus, chez cette plante, *les glandes à essence* si caractéristiques des Rutacées, dont elle se distingue encore par *son fruit drupacé indéhiscent*.

Par tous ces caractères morphologiques, par sa structure anatomique (voir plus loin) et même par cette amertume qui se révèle, à un degré variable, dans ses divers organes, le « Kirondro » doit être placé parmi les Simarubacées.

Dans cette dernière famille, les *Irvingia* possèdent, comme le « Kirondro », de grandes poches lyzigènes à mucilage ; mais ils s'en distinguent nettement *par leurs feuilles simples à stipules conniventes*, *la préfloraison du calice et de la corolle*, et surtout par la *concrescence entière des carpelles et la matière grasse que contient leur graine* [1]. — Le « Kirondro » nous paraît être surtout rapproché des *Picrasma* Blume [2] qui ont aussi des pétales oblongs et valvaires, un disque dont les lobes sont opposés aux pétales, des carpelles (réduits parfois à deux seulement) indépendants par leur région ovarienne, mais surmontés d'une seule colonne stylaire divisée au sommet en branches stigmatifères divergentes, des ovules solitaires, et un fruit drupacé, à sarcocarpe peu charnu recouvrant un noyau crustacé, un

1. Nous ne pouvons dire encore si les deux carpelles arrivent à développement complet, ou si chaque fleur ne donne naissance qu'à une seule drupe, car nous n'avons pu observer que des fruits mûrs et isolés.

2. Voir Engler, dans *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, III Teil, Abteilung 4 et 5, p. 221.

volumineux embryon; enfin les *Picrasma* ont encore, comme le « Kirondro », des feuilles imparipennées, et des fleurs petites et verdâtres, polygames, ♂ mères ou ♯ mères, nombreuses sur les axes florifères. Mais *la présence*, chez le « Kirondro », *de grandes poches à mucilage dans tous les organes végétatifs*, *le nombre de ses étamines double de celui des pétales* (la fleur des *Picrasma* est *haplostémonée*), *enfin la structure spéciale de son embryon, à surface profondément ruminée*, nous ont paru des caratères distinctifs assez importants pour justifier la séparation générique du « Kirondro » des *Picrasma*, à côté desquels nous croyons qu'il convient, toutefois, de le placer.

A ces divers motifs, de nature purement morphologique, s'ajoutent encore des particularités anatomiques dont il sera question plus loin, entre autres celle qui résulte de la *présence, dans tous les organes végétatifs, d'un double appareil sécréteur* (voir plus loin).

Sur la proposition de M. le Dr Heckel, nous désignerons cette plante sous le nom de *Perriera Madagascariensis*, qui rappelle en même temps le pays d'origine de cet arbre, et le nom de M. Perrier de la Bathie, le zélé correspondant qui nous l'a fait connaître, et à qui la botanique doit la connaissance d'un nombre considérable de plantes de Madagascar, grâce à son activité inlassable comme correspondant de l'Institut colonial de Marseille.

II. — MORPHOLOGIE INTERNE

Anatomie de la tige.

Si l'on fait abstraction de l'appareil sécréteur, sur lequel nous aurons à revenir, on ne trouve, dans la structure de la tige, chez le Kirondro, aucune divergence importante relativement au type ordinaire de structure de l'axe chez les Simarubacées. Nous donnerons seulement de cette structure une description rapide, en ayant soin d'indiquer les quelques particularités qui la distinguent.

Un jeune rameau de quelques millimètres de diamètre et encore pourvu de son épiderme montre la disposition suivante (fig. 14 et 15).

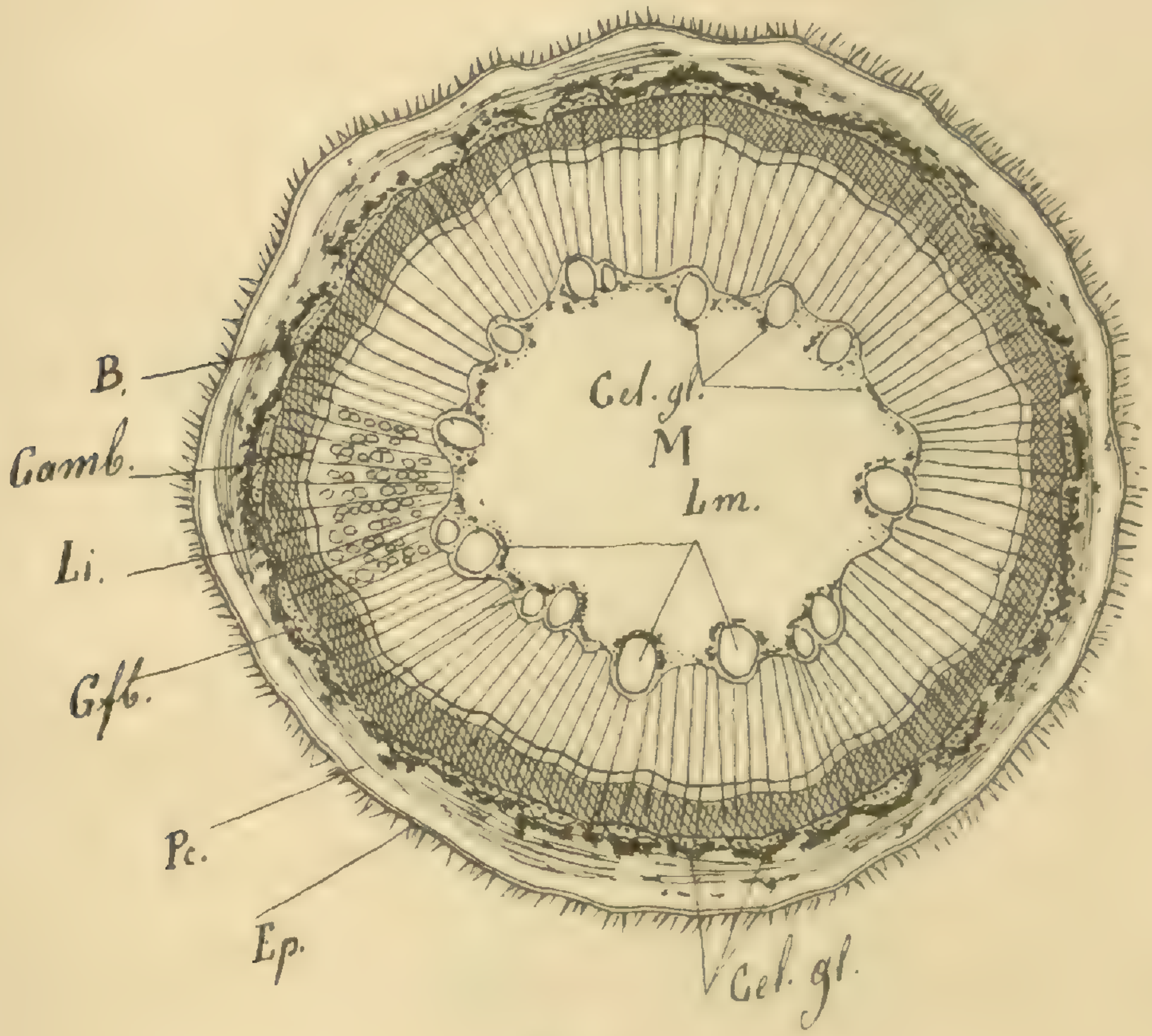


Fig. 14.

L'*épiderme* (*Ep.* fig. 14 et 17) est constitué par des cellules polygonales allongées, épaissies et cutinisées en dehors ; il est pourvu de poils simples et coniques, unicellulaires ou cloisonnés.

Le *parenchyme cortical* (*p c.*), bien développé, est traversé, dans sa région moyenne, par une bande de cellules étirées dans le sens tangentiel, mais à lumen très réduit, comme écrasées dans le sens radial, et dont les parois, irrégulièrement épaissies et d'un blanc nacré, ont un aspect collenchymateux (fig. 15 *col.*). — Le parenchyme cortical est séparé du cylindre central par *une zone de faisceaux fibreux* (*G. fb.*)[1].

1. La présence d'un cercle de faisceaux fibreux dans le péricycle peut être considérée comme une disposition à peu près générale chez les

Nous n'avons eu à notre dispositon que des tiges de 8 à 10 millimètres environ de diamètre au maximum, chez lesquelles, pourtant, les divers tissus primaires et l'appareil glandulaire

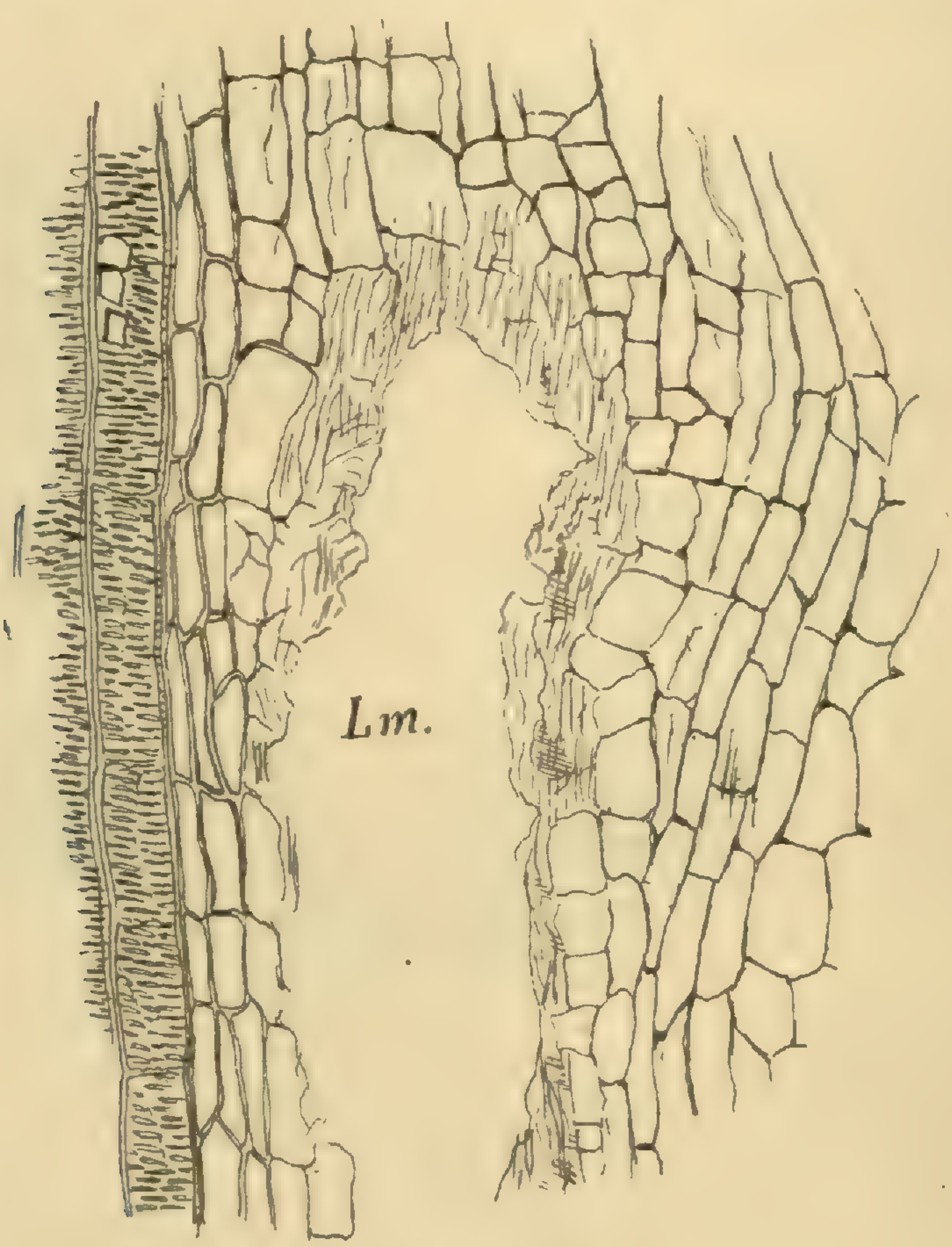


Fig. 14 bis.

avaient atteint déjà leur complet développement. Il en résulte que nous n'avons pu suivre l'évolution de cet appareil, ni savoir ce qu'il devient dans les axes âgés et d'un fort diamètre. Nous espérons pouvoir combler plus tard ces lacunes, inévitables pour l'instant.

Simarubacées. Solereder, qui a étudié cette famille naturelle au point de vue anatomique, n'a rencontré à cet égard que peu d'exceptions. Chez quelques espèces, les fibres sont remplacées par du sclérenchyme (*Ailanthus glandulosa* Ait., *Picramnia antidesma* Sw., *Balanites ægyptiaca* Del., *Irvingia Barteri* Hook. f., etc.). (V. Solereder, *Systematische* ***Anatomie der Dicotyledonen***, p. 211).

L'endoderme n'est plus distinct à l'extérieur de cette gaîne, mais il est infiniment probable que chez le « Kirondro », comme chez les autres Térébenthinées, la gaîne fibreuse est de nature péricyclique. Le périderme (fig. 15, *pér.*) se développe de bonne heure ; il est constitué, comme à l'ordinaire, par des cellules

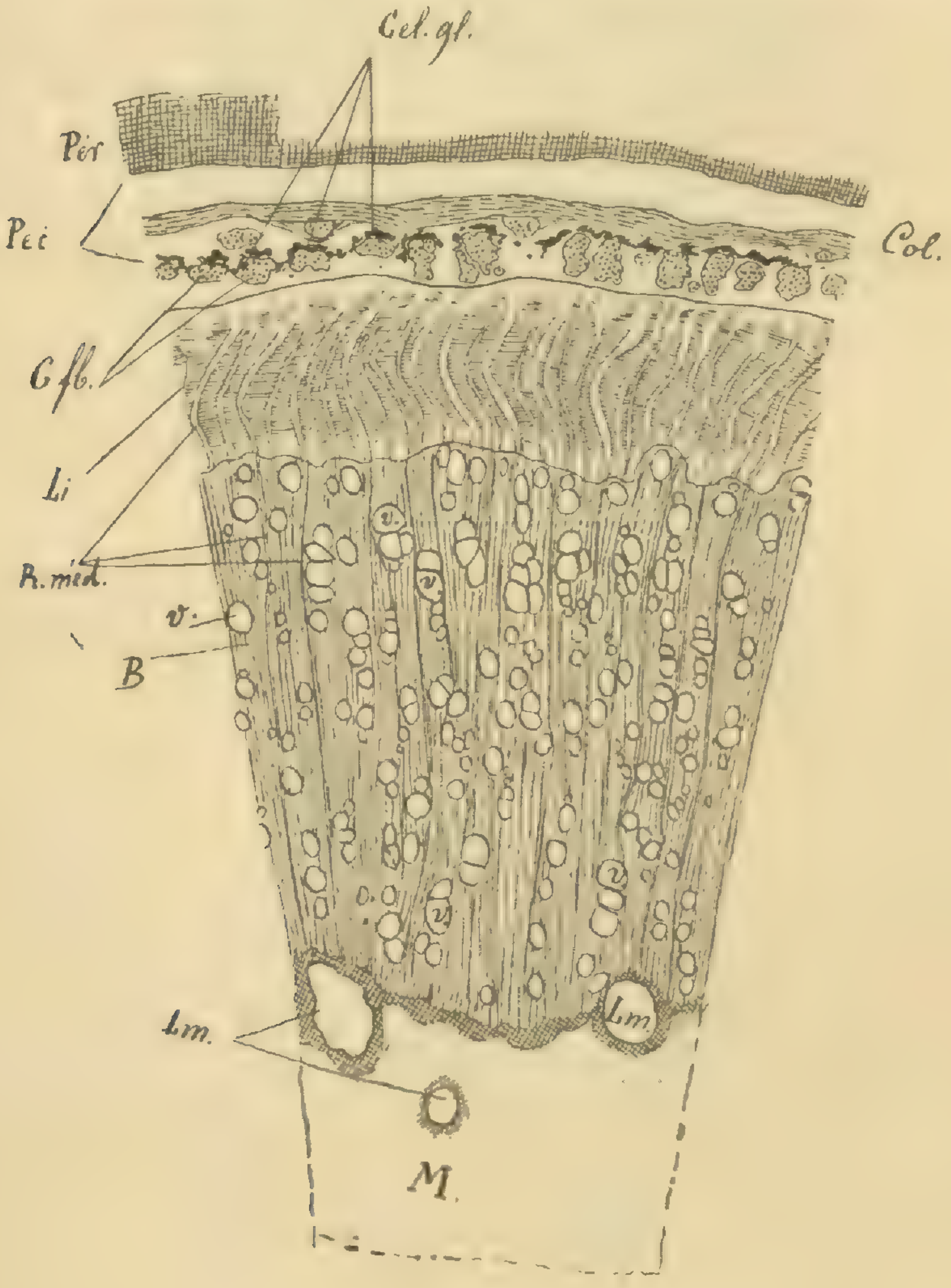


Fig. 15.

rectangulaires ou cubiques, et acquiert probablement une épaisseur assez grande sur le tronc et les gros rameaux, si l'on en juge d'après les petites tiges que nous avons examinées.

Dans le parenchyme cortical, et surtout vers le péricycle, se montrent des cellules, isolées ou par groupes, qui, sur les préparations non traitées par l'Eau de Javel, tranchent nettement

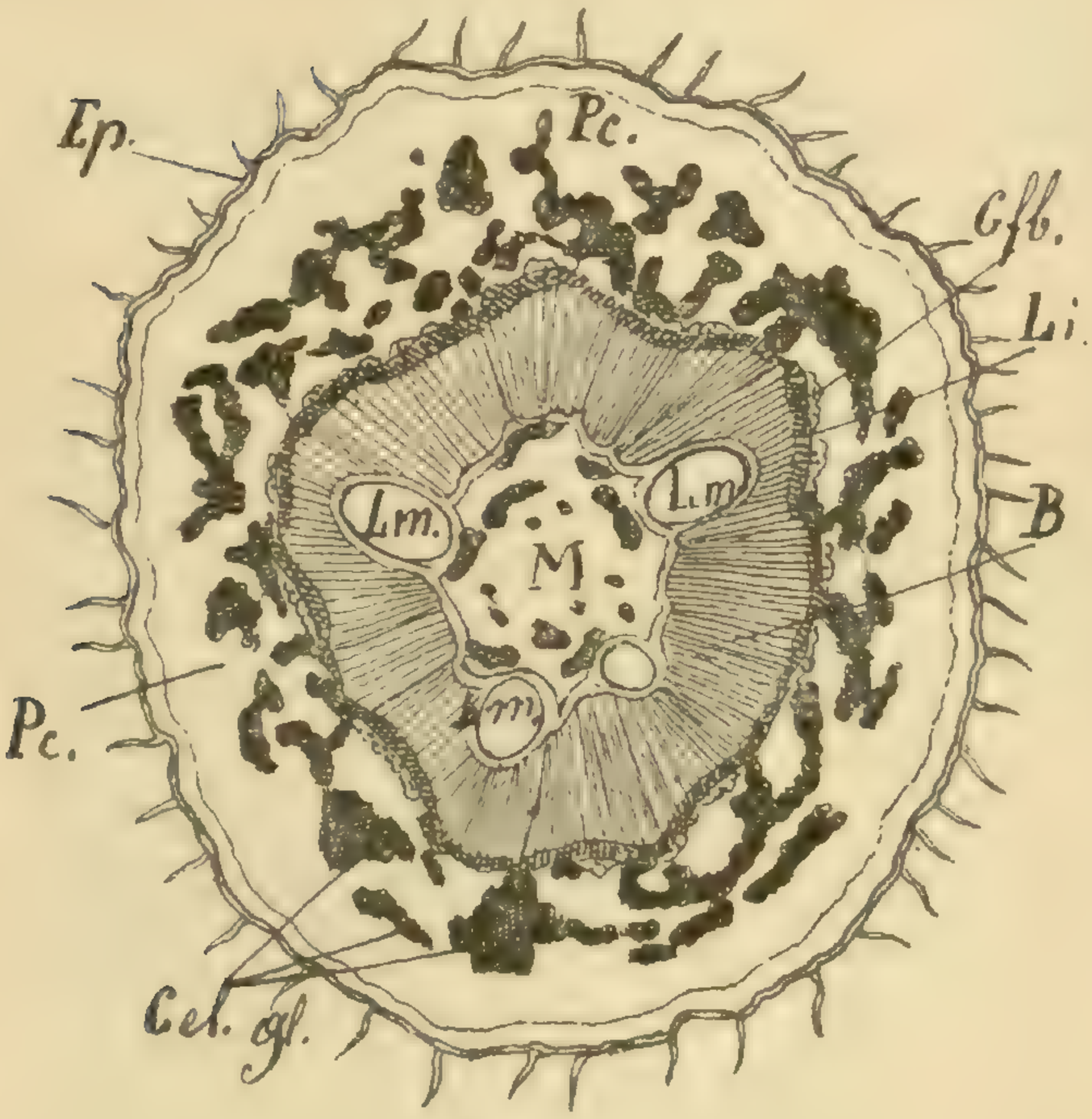


Fig. 16.

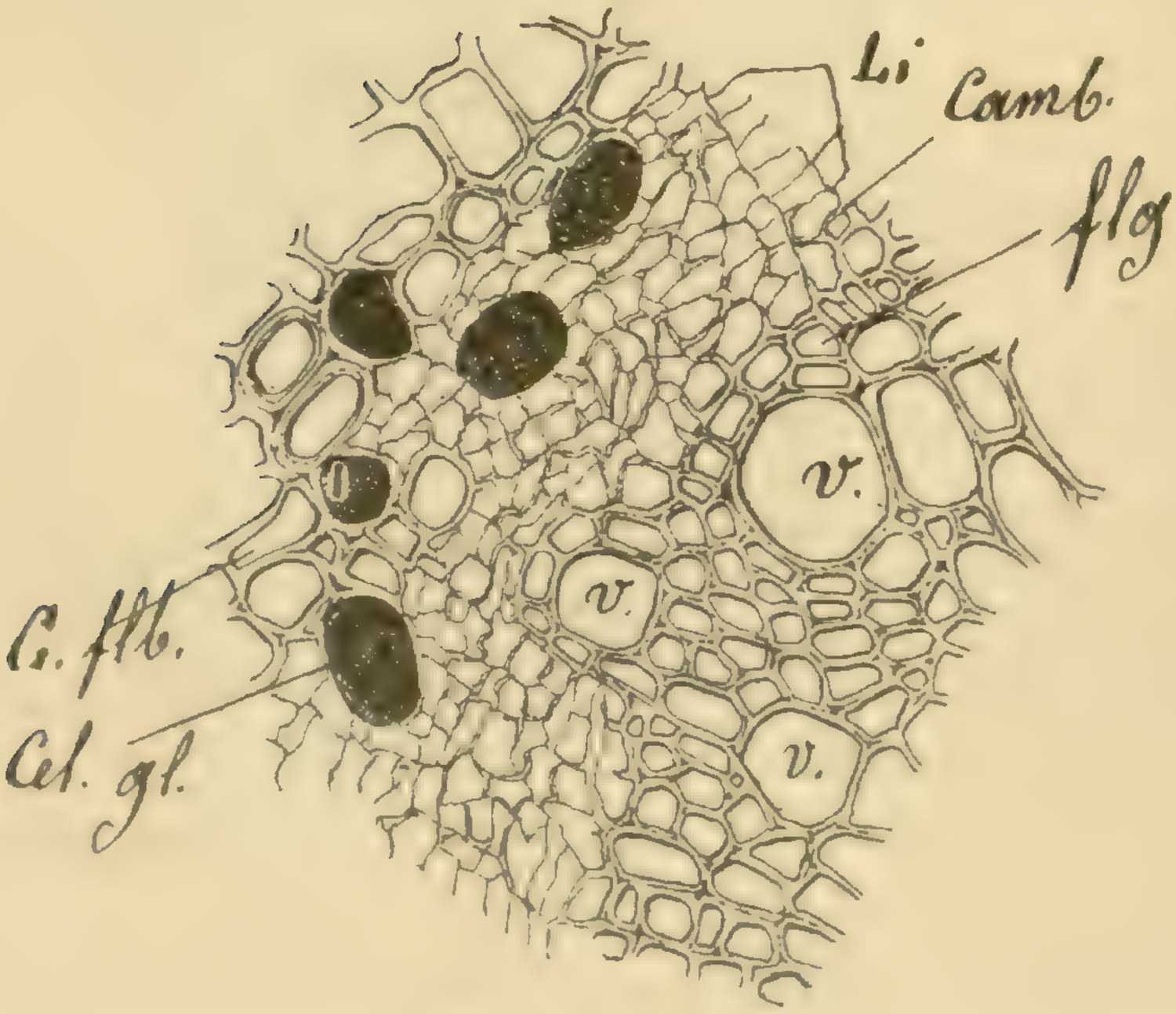


Fig. 16 bis.

sur le tissu ambiant par leur contenu jaune brun (fig. de 14 à 18, *Cel. gl.*). Ce sont les *cellules glandulaires* dont nous aurons à parler plus en détail. A un faible grossissement et

sur une section transversale, l'ensemble de ces éléments sécréteurs forme, dans les axes jeunes et les pédoncules floraux (fig. 16 *Cel. gl.*), en dehors de la région péricyclique, des traînées sinueuses et très irrégulières. Des cellules sécrétantes se trouvent souvent encore dans l'intervalle des paquets fibreux de la gaîne, et même à la périphérie des rayons médullaires.

Le cylindre libéro-ligneux, sur les tiges de quelques millimètres de diamètre (50 au plus), les seules que nous ayons eues

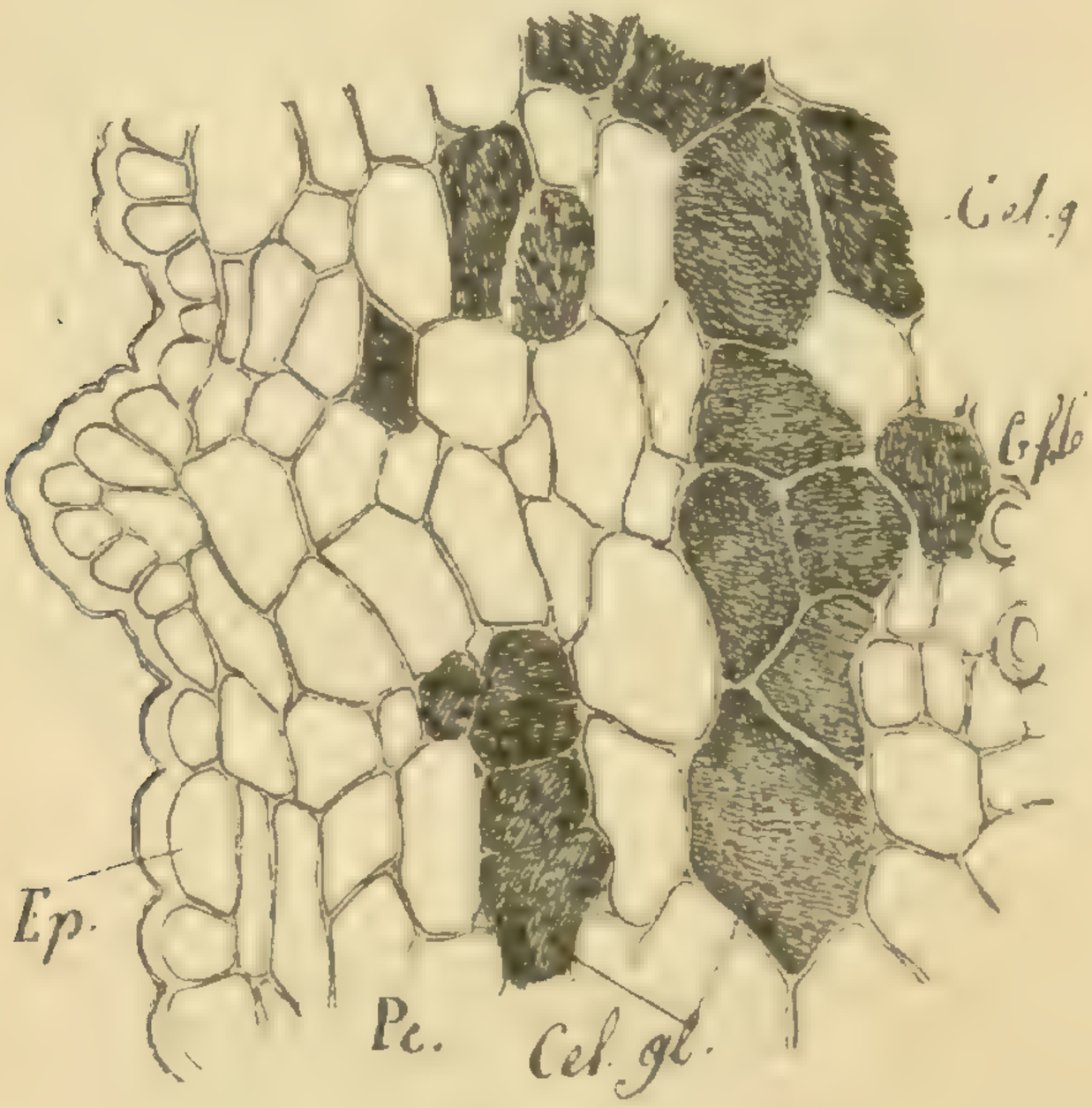


Fig. 17.

jusqu'à présent à notre disposition, n'offrait aucune trace de zones concentriques.

Le *liber primaire* (fig. 16, 16 *bis Li.*) est tout entier composé de tissu mou ; mais les fibres apparaissent dans le liber secondaire (fig. 18 *fl*), où elles sont disposées par petits groupes, formant eux-mêmes des traînées tangentielles[1]. Ces fibres propres du liber se distinguent du prosenchyme externe de l'écorce par une paroi plus mince, leur contour souvent sinueux, et un lumen beaucoup plus large.

1. De semblables fibres libériennes ont été vues chez d'autres Simarubacées, par exemple chez divers *Simaba* (S. *Guianensis* Aub., *versicolor* Saint-Hil., *excelsa* Lindl), *Ailanthus glandulosa* Ait., etc.

Le *bois* (fig. de 14 à 18 *B*), tout à fait normal, répond au type ordinaire des Simarubacées. Il forme, autour de la moelle, un cylindre assez large, continu et compact, traversé par de nombreux rayons médullaires (*R. méd.*) unisériés [1]. Les secteurs qu'ils découpent dans le cylindre ligneux sont souvent assez étroits pour qu'un seul vaisseau en occupe toute la lar-

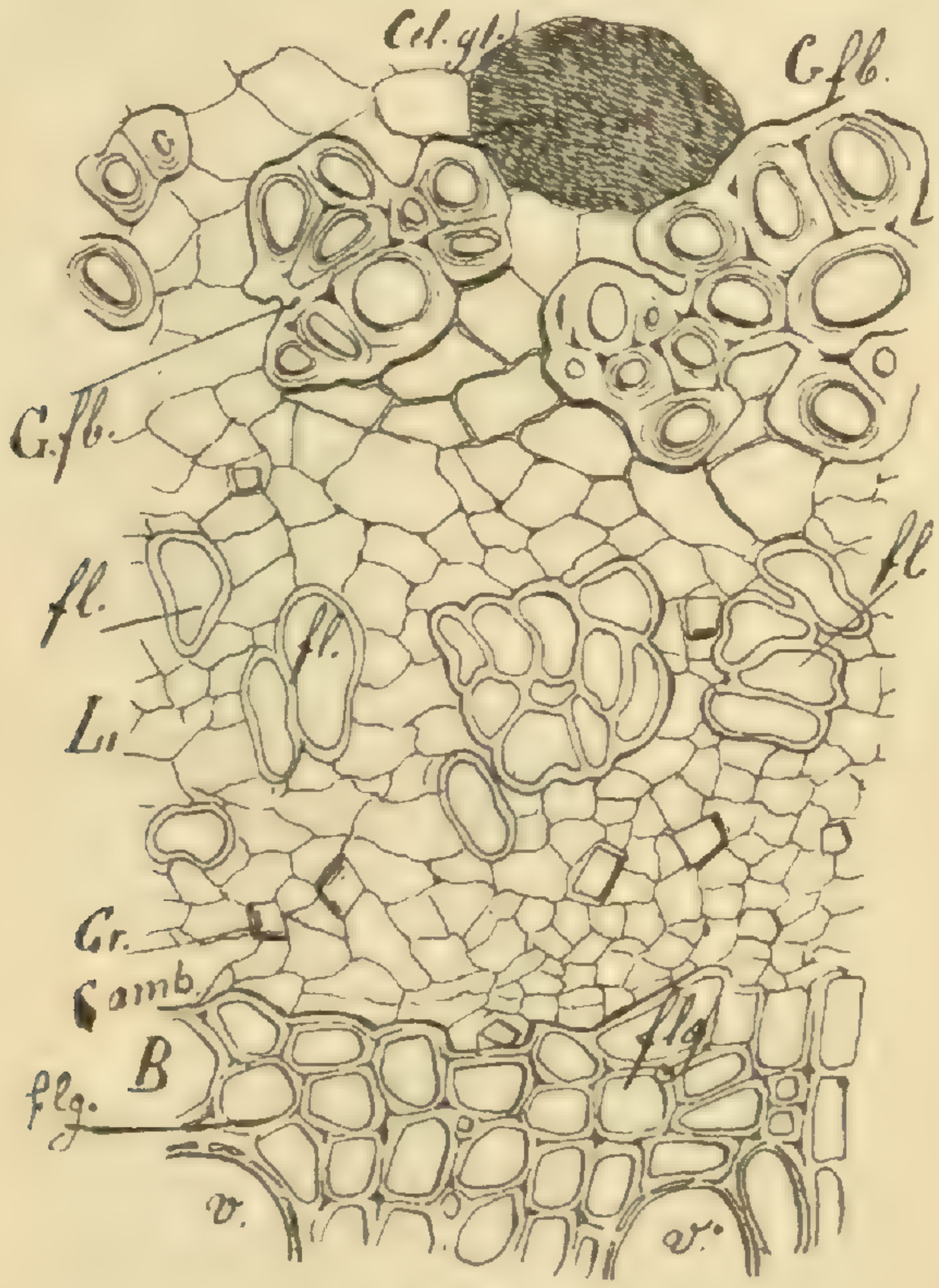


Fig. 18.

geur, et confine ainsi à deux rayons médullaires ; le calibre du vaisseau est même parfois plus large que le secteur même, de telle sorte que les deux rayons médullaires adjacents s'infléchissent et s'écartent à son niveau pour le contourner. Ces rayons médullaires traversent le cambium et le liber ; ils s'élargissent en éventail à l'extérieur de ce dernier, et commu-

1. Le nombre de séries d'éléments dont les rayons médullaires sont composés constitue, dans la famille des Simarubacées, un caractère assez variable ; ils sont en 1 ou 2 séries chez *Quassia amara*, par exemple, tandis qu'ils sont parfois larges de 8 cellules chez *Ailanthus glandulosa* Ait.

niquent alors avec le parenchyme cortical dans l'intervalle des faisceaux de la gaîne. Les vaisseaux sont, d'ailleurs, isolés ou rapprochés (fig. 15 *v.*, *v.*, *v.*), soit en séries radiales, soit deux ou plusieurs accolés en groupe. Les vaisseaux de gros calibre montrent fréquemment, indépendamment des ponctuations simples, de véritables aréoles avec boutonnière interne plus ou moins oblique[1]. Les fibres ligneuses (*f. lg.*) ont, en section transversale, un contour polygonal, et un assez large calibre.

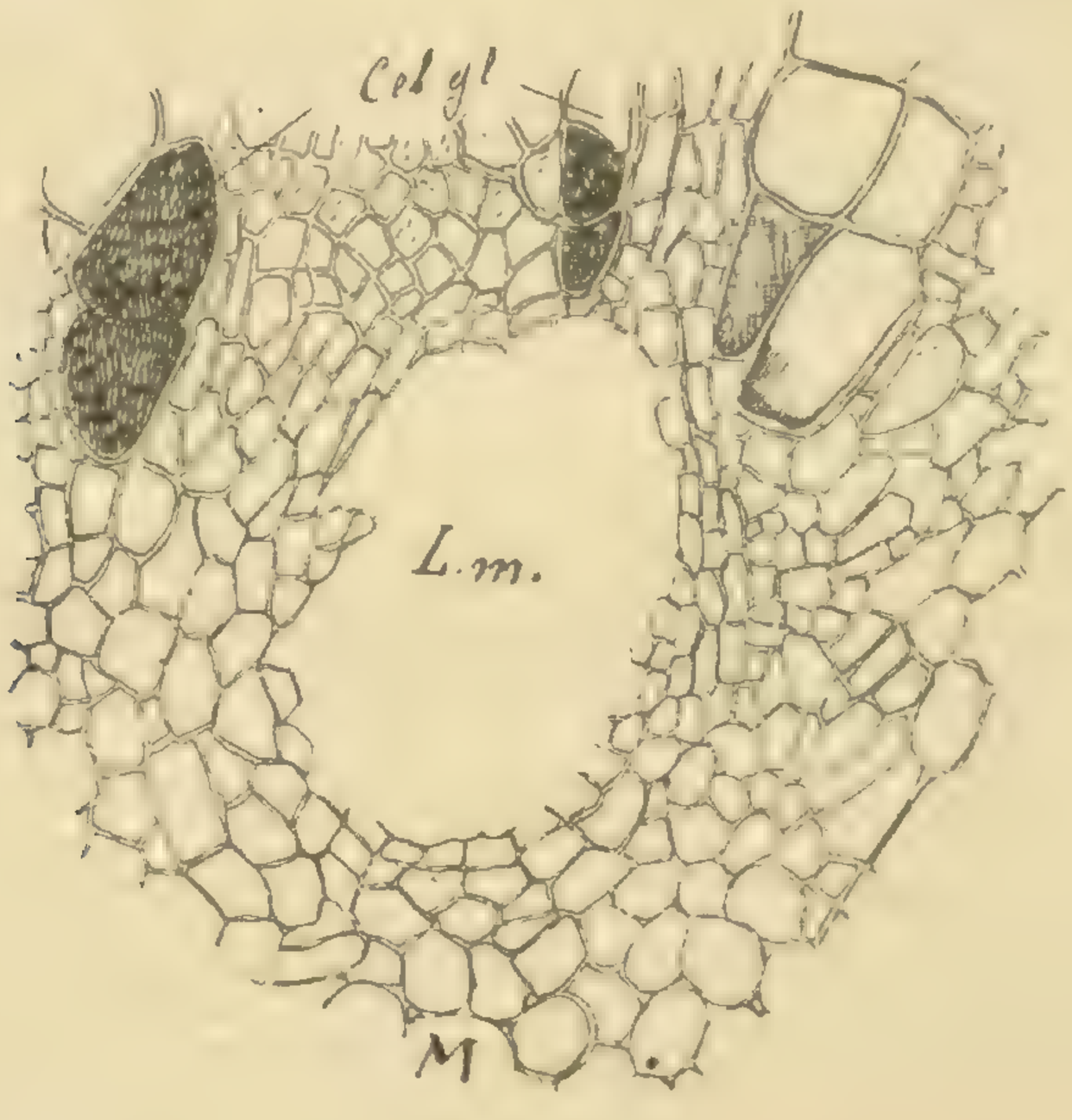


Fig. 19.

C'est à la périphérie de la moelle que l'on trouve les *réservoir à mucilage* (fig. 14 à 19 *Lm.*) dans la tige du « Kirondro[2] ».

1. C'est encore là un caractère général : « Les Simarubacées, dit « Solereder, montrent à peu près partout des perforations simples et « sont, sur leurs parois qui sont en contact avec le parenchyme ligneux « et les rayons médullaires, pourvus ordinairement de ponctuations « aréolées... ». — Voir aussi Engler, dans Engler et Prantl., *Die naturlischen Pflanzenfamilien* III Teil, Abt. 4 et 5, p. 204.

2. Chez les *Irvingia*, il existe des réservoirs à mucilage dans la moelle et le parenchyme cortical V. Vignoli, le *Caï-Caï* ou *Irvingia Oliveri*, Montpellier, 1886, et même dans les cotylédons de l'embryon Dr Ed. Heckel, *sur les végétaux qui produisent le beurre et le pain d'« O. Dika » du Gabon-Congo*, etc. *Ann. de l'Institut colonial de Marseille*, 1893, p. 22).

Tels que nous les avons observés (car nous n'avons pu assister à leur développement), ils ont un calibre variable, en général très large et nullement en relation avec le diamètre de l'organe où ils se trouvent, de telle sorte qu'ils sont presque toujours visibles à l'œil nu, même sur de petits rameaux et sur des pédoncules d'une épaisseur de 2 à 3 millimètres. Leur nombre varie aussi, et se montre surtout en relation avec la largeur de la moelle. Ils sont presque tous situés tout contre la limite interne du bois, dans le tissu médullaire qui est formé, vers la périphérie, d'éléments beaucoup plus petits que dans la région centrale. Ils échancrent fréquemment le contour interne du cylindre ligneux (fig. 14 à 16), particularité surtout frappante dans les axes d'un petit diamètre ; certains d'entre eux (fig. 16) sont même presque en entier plongés dans le cylindre ligneux et ne sont plus en rapport avec la moelle que par leur côté interne. Cependant, au début tout au moins, *ils ne font jamais partie du cylindre ligneux* dont ils sont toujours séparés par une ou plusieurs assises du tissu médullaire périphérique. Très rarement la désorganisation des tissus, aux dépens desquels ils s'agrandissent, atteint les éléments propres du bois ; ce fait paraît être accidentel, au moins chez les petits rameaux que nous avons étudiés ; mais il est possible que les choses se passent d'une manière un peu différente sur les tiges d'un gros calibre. Nous reviendrons également sur ces appareils.

Enfin, dans la tige, comme dans les autres parties de la plante, l'oxalate de calcium n'est pas rare ; il se présente à peu près toujours en cristaux isolés.

L'axe principal de l'inflorescence et ses ramifications ont une structure semblable, mais plus simple encore que celle de la tige. L'épiderme y est pourvu de poils nombreux, et les deux sortes d'appareils glandulaires que possède le Kirondro (*cellules glandulaires* et *réservoirs à mucilage*) y sont beaucoup plus faciles à observer (fig. 16).

Anatomie de la feuille.

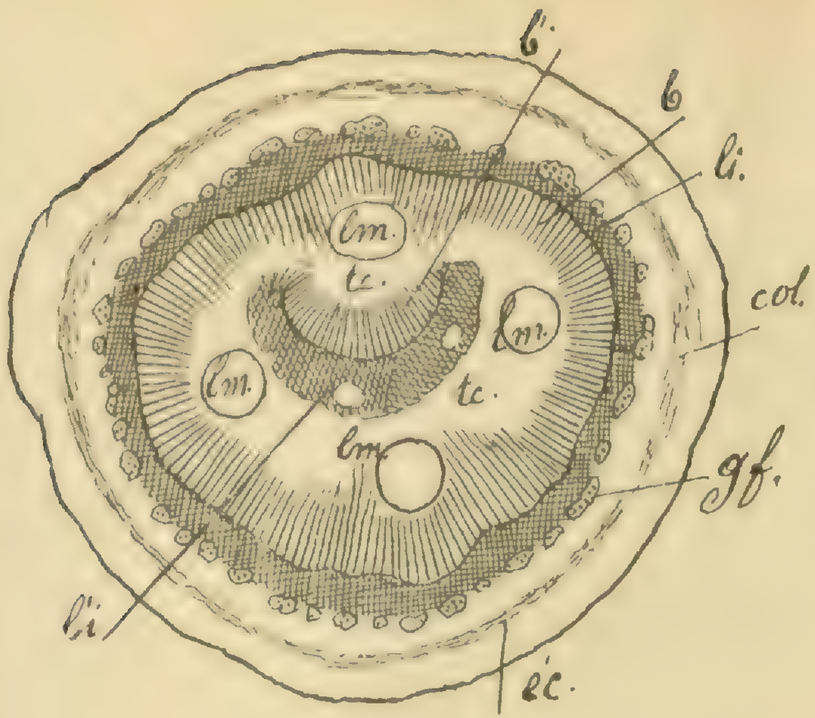
Il existe dans la feuille du « Kirondro » des particularités anatomiques intéressantes et qui constituent de bons éléments de détermination.

Nous nous occuperons tout d'abord de la disposition générale et de la marche des faisceaux, et de leurs rapports avec l'appareil glandulaire dans la gaîne, le pétiole commun, et les grosses nervures des folioles ; nous étudierons ensuite la structure intime des diverses parties de la feuille.

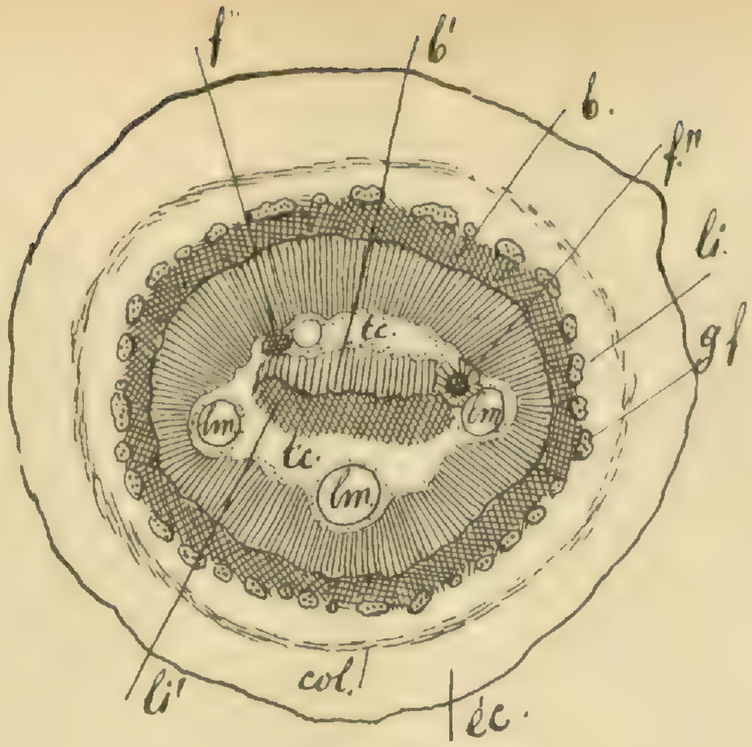
I. Disposition générale et marche des faisceaux ; leurs rapports avec l'appareil glandulaire. — Le pétiole commun, à une certaine distance au-dessus de son insertion sur l'axe, et plus haut, dans l'intervalle des points où s'insèrent les folioles paires, offre une structure constante, caractéristique pour le « Kirondro » (fig. 20, I et IV) ; mais vers la base du pétiole commun, cette structure est d'autant plus complexe et d'autant plus variable d'une feuille à l'autre, qu'on l'observe plus près de son insertion sur l'axe et, d'autre part, aux points d'insertion des folioles sur le rachis, l'arrivée des faisceaux de leur nervure médiane trouble la disposition des systèmes libéro-ligneux de ce dernier, et donne lieu à des anomalies apparentes.

C'est donc tout d'abord dans les points *où la structure est constante*, c'est-à-dire, entre la gaîne et l'insertion de la première paire de folioles, puis plus haut entre les points d'insertion des folioles, et surtout au-dessus de la dernière paire, que nous devons étudier l'anatomie de cet organe.

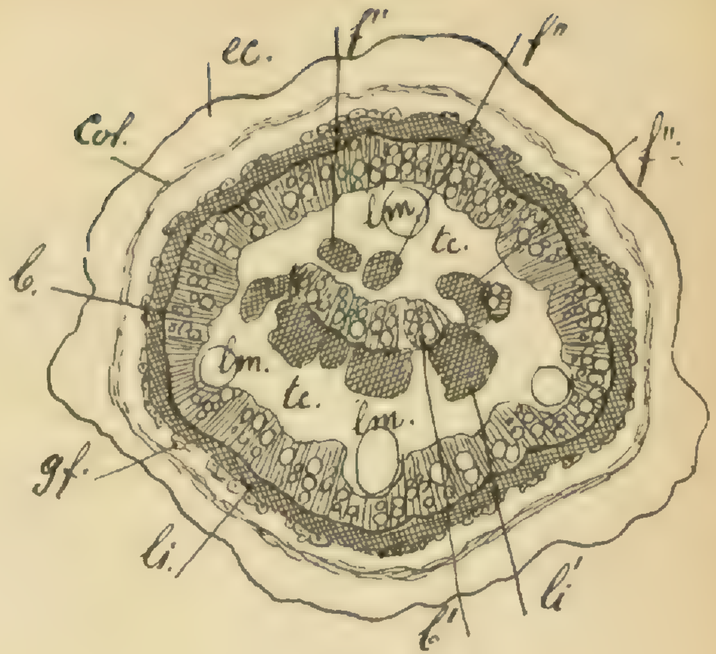
Pétiole commun. — A une certaine distance de la gaîne (1 à 2 centimètres) le pétiole offre un contour à peu près circulaire en section transversale (fig. 20, I). Au-dessous d'une écorce parenchymateuse assez étroite (*éc*) et divisée en deux zones par une mince traînée de cellules aplaties tangentiellement et à parois plus épaisses (cellules collenchymateuses plus ou moins déformées, *col.*), se montre un cylindre libéroligneux entièrement clos, à peu près circulaire, ou formant quatre saillies peu prononcées correspondant aux extrémités des deux dia-



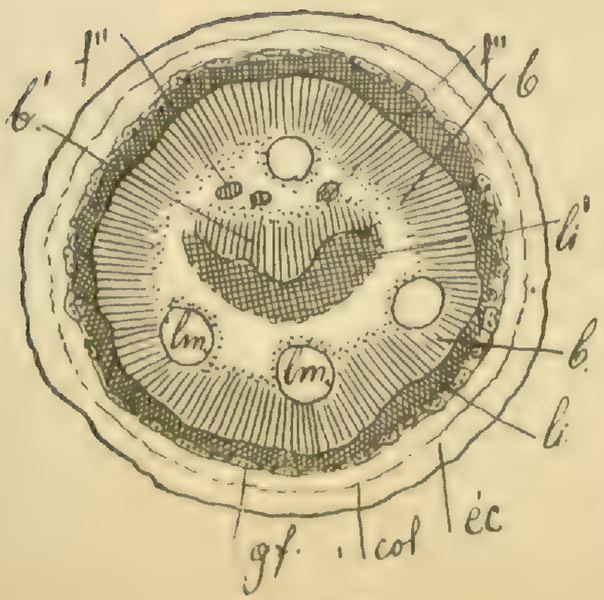
I



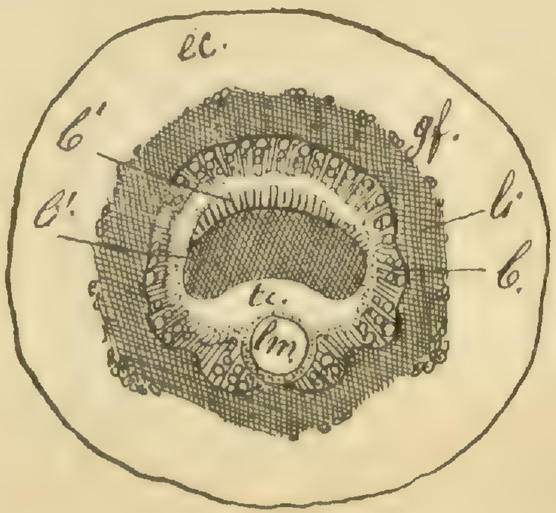
II



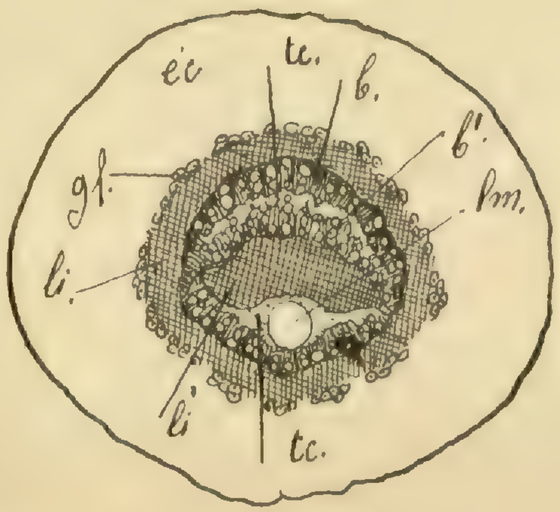
III



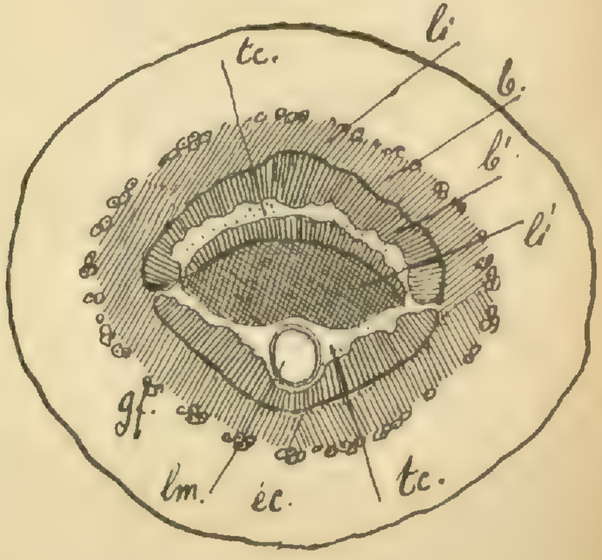
IV



V



VI



VII

Fig. 20.

mètres antéro-postérieur et latéral [1]. Il est formé d'une zone étroite de liber mou (*li*), semblable au liber des pédoncules et de la jeune tige, extérieurement accompagné par une gaîne fibreuse discontinue (*gf*), et d'un cylindre ligneux quatre à cinq fois plus large (*b*). Celui-ci entoure un parenchyme médullaire (*tc*) dont les cellules diminuent rapidement de volume vers la périphérie. Au milieu de la moelle est un système libéro-ligneux médullaire (*l'b'*), indépendant du système libéro-ligneux extérieur, étalé transversalement, le bois étant tourné vers le côté ventral (ou supérieur) de la feuille (*b'*), le liber (*l'*) du côté dorsal (ou inférieur) ; il est d'ailleurs entièrement isolé dans le parenchyme médullaire. Ajoutons que le bois de ce système médullaire montre une tendance à se segmenter plus ou moins irrégulièrement en trois parties, dont une médiane et deux latérales (fig. 20, III). Enfin presque toujours il existe, dans le tissu fondamental (parenchyme médullaire) qui sépare le bois du système périphérique de celui des faisceaux centraux, de petits îlots libériens accompagnés de quelques vaisseaux (fig. 20, II et III, *f''*, *f'''*). Nous verrons plus tard quelle est l'origine de ces petits faisceaux dont la présence, d'ailleurs, ne modifie pas sensiblement la symétrie de l'ensemble. — En outre, dans la règle, il existe quatre réservoirs à mucilage (*lm*) à section circulaire, visibles déjà à l'œil nu sur une section transversale, semblables à ceux de la tige, et disposés de la manière suivante : un médian dorsal, deux latéraux et un ventral. Ils sont placés, comme ceux de la tige, dans la moelle périphérique, tout contre le bois du système

1. Suivant la terminologie dont nous nous sommes servi déjà Étude sur l'*Eperua falcata* Aubl., nous appelons *côté ventral* ou *supérieur* de la feuille celui qui est tourné vers l'axe mère et qui correspond, en effet, à la face supérieure du limbe, lorsque la feuille n'a subi aucune torsion, et *dorsal* ou *inférieur*, le côté opposé, correspondant à la face inférieure du limbe. Dans le pétiole, le rachis et les nervures, nous appelons *moelle* le parenchyme fondamental embrassé par l'arc ouvert en dessus, ou l'anneau clos que forme le système libéro-ligneux ordinaire de ces organes ; dès lors, nous considérerons comme *médullaires* tous les faisceaux ou systèmes de faisceaux situés dans cette moelle, et qu'on ne peut directement rattacher au système périphérique général.

général qui les enveloppe même plus ou moins en certains points, mais dont ils sont toujours séparés par quelques assises du tissu médullaire. Ces réservoirs ne s'anastomosent pas entre eux, et marchent parallèlement le long du pétiole [1].

Il n'existe point de fibres dans le liber ; le bois et la gaîne montrent seuls les réactions des tissus lignifiés.

Plus haut, c'est-à-dire au-dessus de l'insertion des premières folioles et dans les points où il conserve sa structure caractéristique (voir plus haut), le rachis offre une disposition générale peu différente ; le contour du système libéro-ligneux périphérique clos est devenu à peu près circulaire, et les deux réservoirs latéraux se sont déplacés pour se rapprocher, vers la région inférieure, de chaque côté du réservoir médian dorsal. On ne voit disparaître qu'au-dessus du point d'insertion de la dernière paire de folioles, ces îlots libériens ou libéro-ligneux isolés dans le tissu fondamental (f''), que nous vous avons signalés déjà dans le pétiole (voy. fig. 20, II, III et IV *f''*). Au-dessus des deux dernières folioles paires et jusqu'à la base de la foliole terminale, la structure du rachis se simplifie (fig. 20, V, VI et VII) : les deux réservoirs latéraux et le ventral (ou supérieur) ont souvent disparu, mais le réservoir médian dorsal persiste toujours, entouré, sauf vers la moelle, par le système libéro-ligneux général périphérique. Le tissu conjonctif médullaire (*tc*) se réduit de plus en plus ; il ne forme plus qu'une bande très étroite entre les deux bois, inversement orientés, du système libéro-ligneux périphérique et de l'arc libéro-ligneux médullaire. Ce dernier lui-même tend à se réduire à sa partie libérienne qui, seule bien développée, forme un îlot central elliptique (*li'*), un peu arqué du côté dorsal. Les fibres de la gaîne générale sont peu développées et rares. En outre, le système libéro-ligneux périphérique tend à se scinder, et se divise vers le sommet du

1. Ils sont donc continus, comme le sont les canaux sécréteurs des Térébinthacées. Cette particularité et la place constante qu'ils occupent dans la feuille, les distinguent des poches lysigènes à mucilage qu'on observe dans d'autres familles naturelles, chez les Malvacées par exemple.

rachis,par deux étroites solutions de continuité latérales, en une moitié supérieure et une inférieure (fig. 20, VI et VII).

Ainsi, abstraction faite des petits faisceaux isolés que nous avons signalés dans le tissus conjonctif, et des modifications que subit en certains points la symétrie de structure du pétiole commun, la disposition générale, dans cette partie de la feuille, peut s'exprimer de la façon suivante :

1° *En dedans de l'écorce, une zone libéro-ligneuse close, entourée d'une gaîne extérieure fibreuse, et quatre grands réservoirs longitudinaux à mucilage, dont deux médians antéro-postérieurs et deux latéraux, placés tout contre le bois dans la moelle périphérique, le réservoir dorsal étant le plus développé et le plus constant ;*

2° *Un système libéro-ligneux médullaire transversal, avec bois supérieur (ou ventral) et liber inférieur ou dorsal.*

Mais cette structure, avons-nous dit, se modifie : 1° au niveau de l'insertion des folioles latérales, 2° à la base du pétiole commun et dans la gaîne.

Modifications dans la structure du rachis aux points d'insertion des folioles. — Elles sont déterminées par l'adjonction, au système général, des éléments libéro-ligneux de la nervure médiane des folioles.

Les faisceaux qui constituent le système conducteur de cette nervure viennent raccorder, ou plutôt juxtaposer leur bois et leur liber au bois et au liber du rachis, principalement à ceux du système médullaire et de l'arc ventral supérieur (fig. 21). Mais ce raccord se fait d'une façon assez irrégulière ; certains faisceaux de la nervure refoulent, devant eux, le liber et le bois du rachis dans lesquels ils s'invaginent. La figure 21 montre comment certains des faisceaux de la nervure, dont le liber s'est confondu avec le liber du rachis ($li + li''$), pénètrent, ainsi engaînés dans le bois qu'ils refoulent de plus en plus, jusque dans le tissu conjonctif situé au-dessus du système libéro-ligneux transversal. Ils s'isolent bientôt en descendant dans l'entre-nœud du rachis, où la structure redevient régulière; si le bois disparaît en entier, on ne les observe plus qu'à l'état d'îlots purement libériens, mais si celui-ci persiste sur une partie

plus ou moins grande où sur la totalité du pourtour du liber ainsi isolé, ces petits faisceaux médullaires descendent vers la base du pétiole, soit à l'état de faisceaux collatéraux avec bois plus ou moins enveloppant, soit à l'état de faisceaux concentriques avec liber central et bois périphérique. C'est ainsi qu'on les retrouve souvent dans la partie inférieure du pétiole (v. fig. 20, II, III, IV, *f''*).

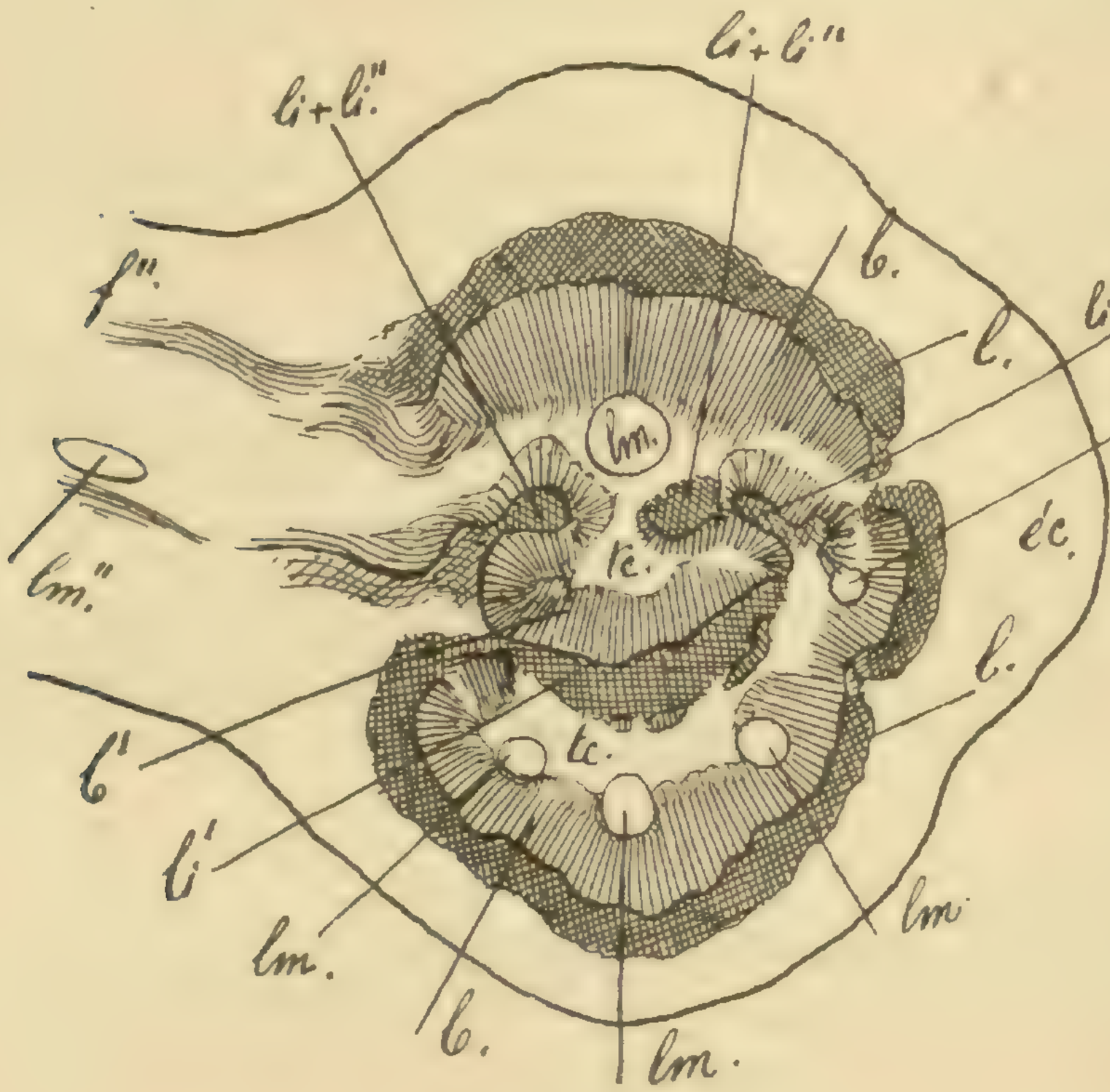


Fig. 21.

La complication, aux points d'arrivée des faisceaux foliolaires et dans leur voisinage, s'augmente souvent encore de la présence d'un certain nombre d'autres réservoirs à mucilage plus petits que les réservoirs ordinaires (fig. 21, *lm''*). Ils disparaissent, d'ailleurs, dans les entre-nœuds du rachis.

Nous n'avons figuré et décrit ainsi qu'un cas des plus simples ; mais l'intrication et la confusion des faisceaux dans le rachis, au niveau de l'insertion des folioles, sont telles parfois, qu'on ne saurait s'en rendre compte sans observer, en même temps, des feuilles où le nombre des faisceaux qui s'ajoutent aux pre-

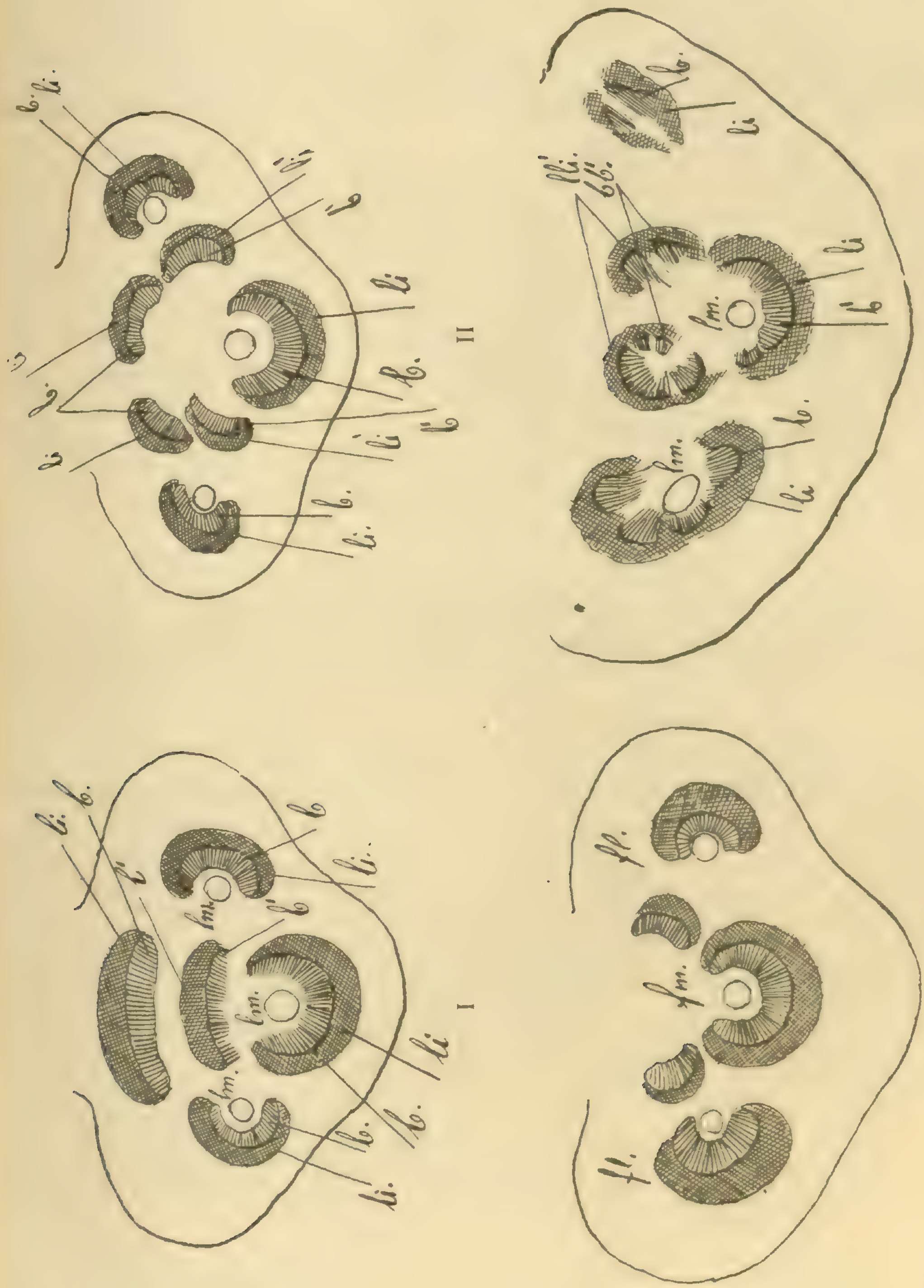


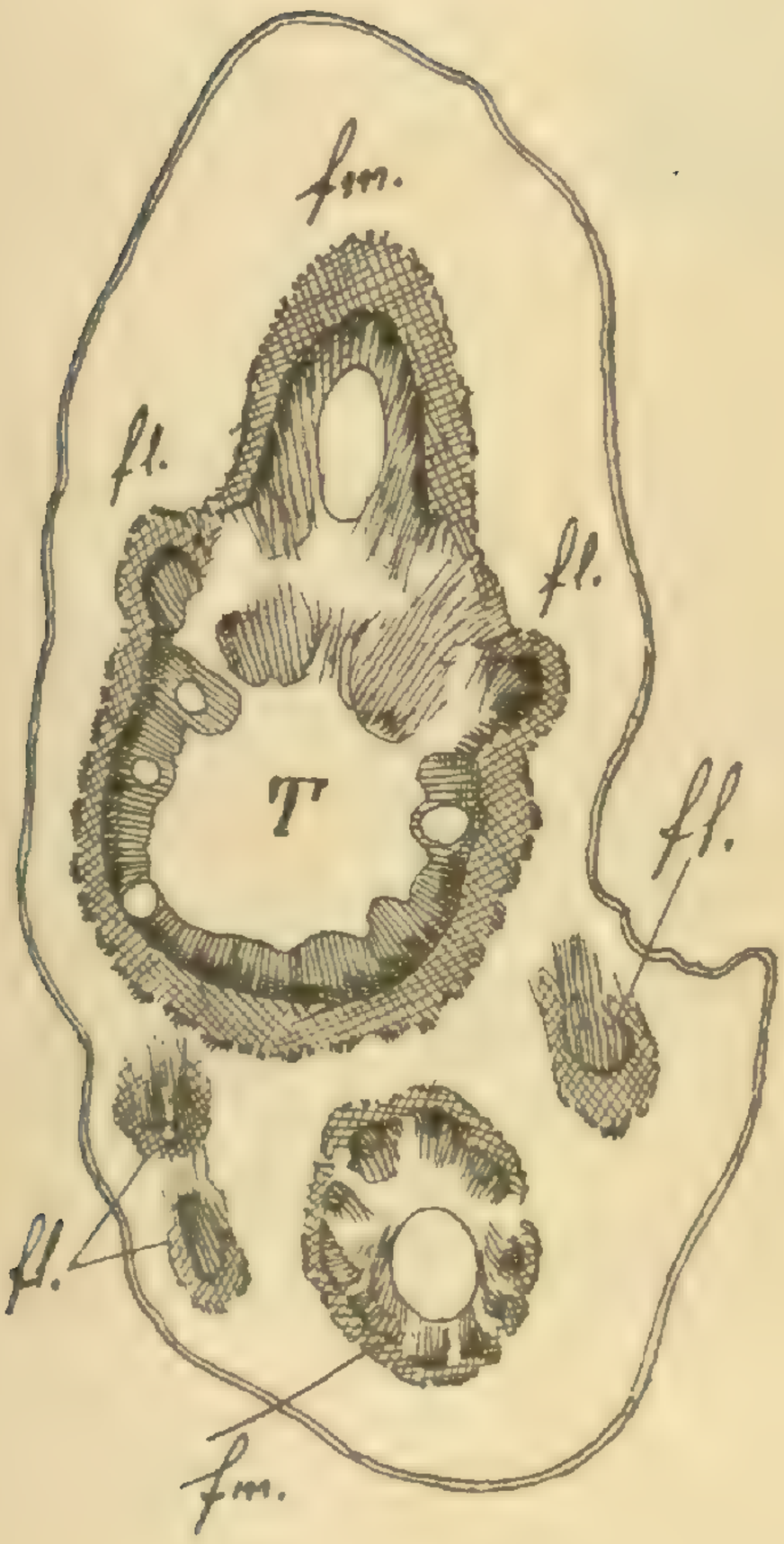
Fig. 22.

miers est moins grand et leur marche plus facile à suivre. Les petites enclaves libériennes ou libéro-ligneuses du tissu médullaire dont nous avons parlé, sont les seules traces qui rappellent ces anomalies, dans les régions de l'axe foliaire commun où la stuclure a repris sa régularité.

Modifications dans la structure du pétiole commun au-dessous des folioles. — Vers la base du pétiole, le système libéro-ligneux périphérique qui, jusqu'à ce niveau, formait un cercle clos, se divise en quatre segments, dont un médian dorsal entoure le réservoir glandulaire corrrespondant sur les côtés et en arrière, deux latéraux avec leurs poches glandulaires adjacentes, et un médian ventral, en face duquel il n'existe plus aucune glande à ce niveau (fig. 22, I). Le système médullaire transversal se segmente à son tour d'une façon irrégulière (*li*, *li'*), ainsi que le segment supérieur (ou ventral) (fig. 22, II *li.'*, *li.*, en haut de la figure), et les divers segments ainsi produits orientent définitivement leur bois en dedans et leur liber en dehors, puis s'unissent au système médian dorsal, avec lequel ils forment une sorte de fer à cheval ouvert en-dessus (fig. 22 III et IV). L'arc total médian ainsi formé, et qui tend à se refermer en cercle (fig. 22 IV et 23 I et II *fm.*, au bas du dessin), puis s'ouvre de nouveau largement vers le côté ventral (fig. 23 II, III *fm.*, à la partie supérieure du dessin), descend vers l'axe mère, en suivant le plan de symétrie de la feuille, pour se fusionner avec le système libéro-ligneux de la tige ; en même temps, les deux systèmes latéraux s'écartent du médian et descendent obliquement dans l'écorce de l'axe pour s'unir au cylindre libéro-ligneux de l'axe mère, à droite et à gauche du point où le système médian dorsal s'y est confondu lui-même. Le plus souvent, les trois réservoirs à mucilage, correspondant à ces trois systèmes libéro-ligneux de la gaîne, sont entraînés par eux jusque dans la moelle de la tige, où on les voit encore, en face des faisceaux descendus de la feuille immédiatement supérieure [1].

1. Il en résulte que les réservoirs de la tige sont la continuation de ceux de la gaine, ou tout au moins prennent naissance dans leur prolongement.

I



II

III

Fig. 23.

Pour nous servir d'un langage souvent employé et en suivant une marche inverse, nous dirons que l'axe mère envoie dans le pétiole commun trois systèmes de faisceaux libéro-ligneux, un médian et deux latéraux (fig. 23 III et II *fm*. et *fl*. en haut et en bas des deux dessins). Ceux-ci, en s'unisssant à la portion dorsale du système médian, vont former avec lui le système périphérique normal, tandis que la partie ventrale (ou supérieure) du système médian, s'isole pour former la zone libéro-ligneuse médullaire de la région moyenne du pétiole (voyez la suite des figures en sens inverse de la description précédente).

Le court pétiolule des folioles est construit sur le type du pétiole commun, mais considérablement simplifié. On y trouve

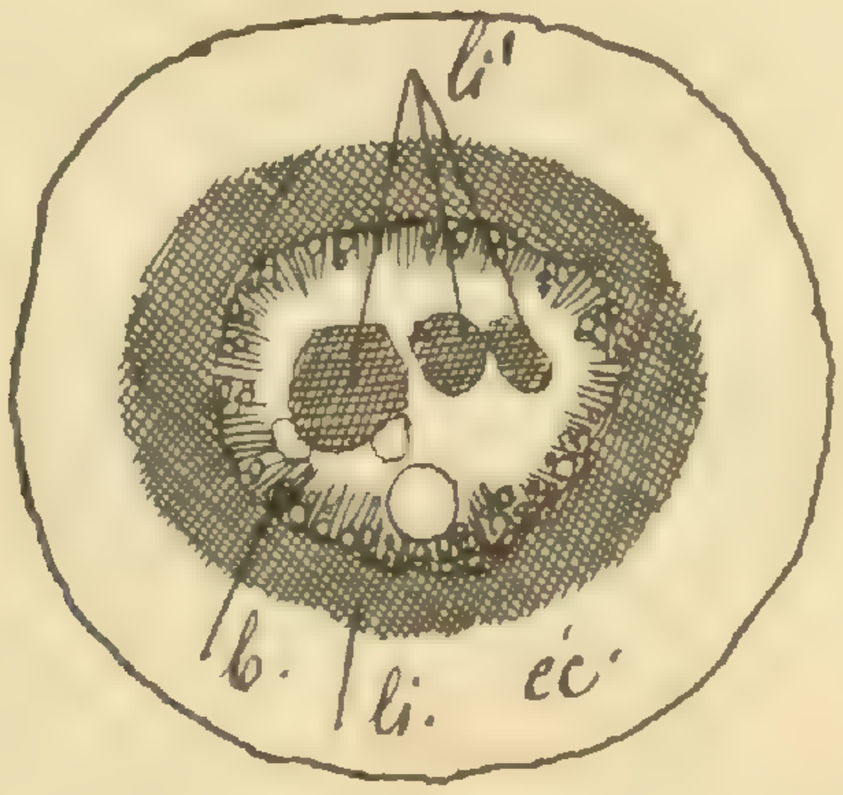


Fig. 24.

encore un cylindre libéro-ligneux clos (fig. 24), mais avec tendance à se diviser transversalement en deux arcs inversement orientés [1], accompagnés par des îlots espacés de fibres, en dehors du liber. Des quatre réservoirs glandulaires du pétiole commun, le médian dorsal est seul conservé. Le système médullaire transversal est réduit à son liber (*li'*), souvent fragmenté, accompagné ou non par une faible quantité de tissu ligneux. Dans les feuilles âgées, ce liber médullaire a souvent disparu en partie, et la lacune ainsi produite s'est fusionnée avec la poche glandulaire dorsale.

1. Cette tendance à la segmentation, que n'exprime pas encore la coupe figurée en 24, est très nette dans la fig. 25 qui représente la base de la nervure médiane.

Nervures du limbe . — La symétrie de structure du pétiolule se retrouve dans la nervure médiane (fig. 25) ; mais le système libéro-ligneux périphérique est divisé en deux arcs transversaux, l'un dorsal, l'autre ventral ; le système médullaire qui caractérise le pétiole et le pétiolule est ici représenté par un îlot volumineux de liber mou (*l'*). Des quatre poches

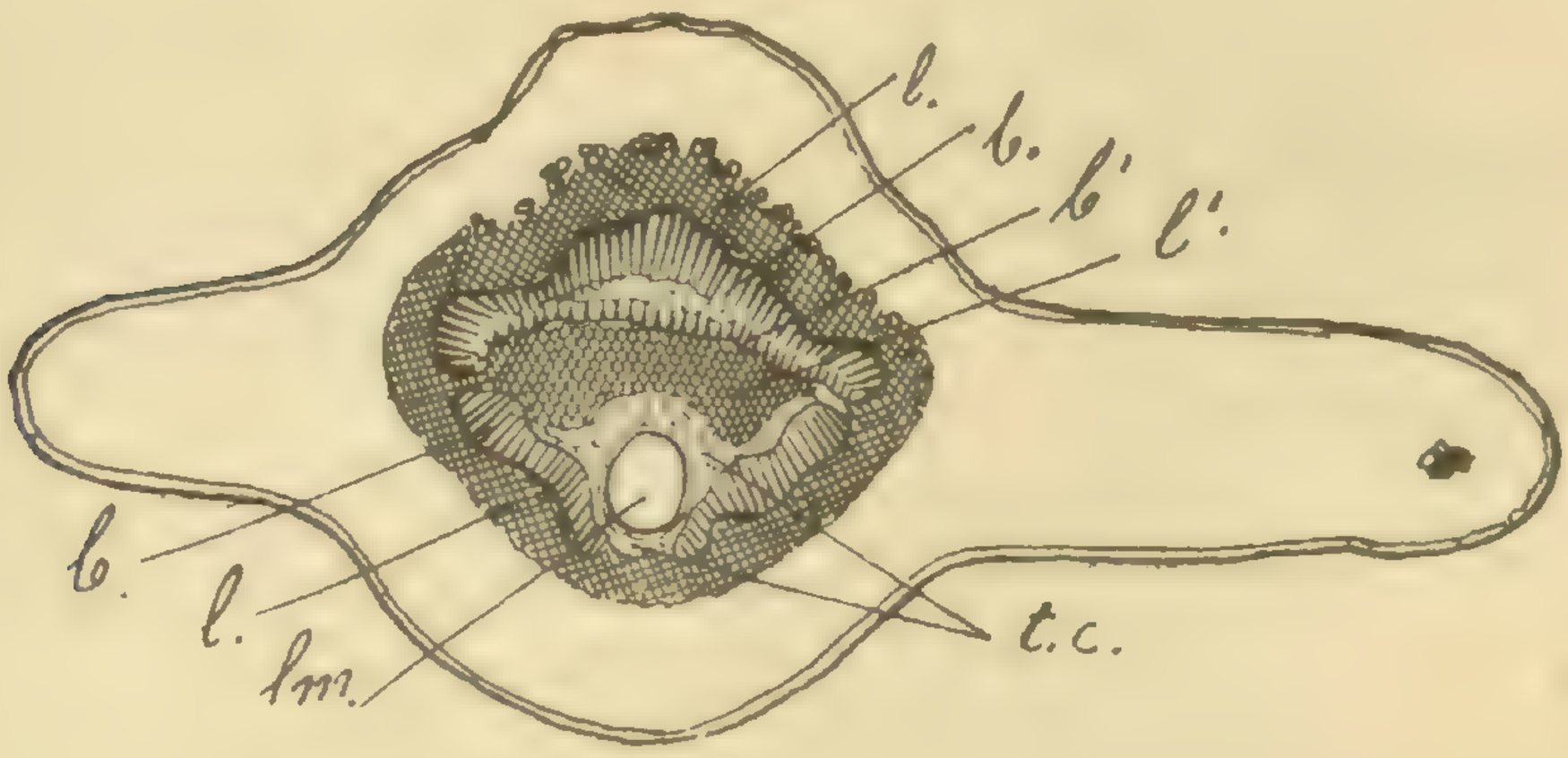


Fig. 25.

glandulaires, la poche dorsale (*lm*) persiste seule, bien développée à sa place ordinaire, entourée par le tissu conjonctif (*tc*) qui, parfois, interrompt la continuité de l'arc ligneux sur la ligne médiane. Le liber extérieur, bien développé, est encore accompagné par quelques groupes de fibres peu nombreuses, représentant la gaîne générale.

Les nervures de second et de troisième degrés sont de plus en plus simples ; leur appareil mécanique et leur appareil conducteur, entièrement noyés dans le parenchyme chlorophyllien, ne sont plus accompagnés par des réservoirs à mucilage. Dans les dernières nervilles ils se réduisent à quelques trachées et à quelques fibres, comme dans la plupart des cas.

Structure du limbe. — Les deux épidermes (fig. 26 *Ep. s.* et *Ep. inf.* et fig. 27 et 28) sont formés de cellules polygonales, fortement épaissies et cutinisées sur leur paroi externe. Certains de ces éléments, plus petits et disséminés sans ordre,

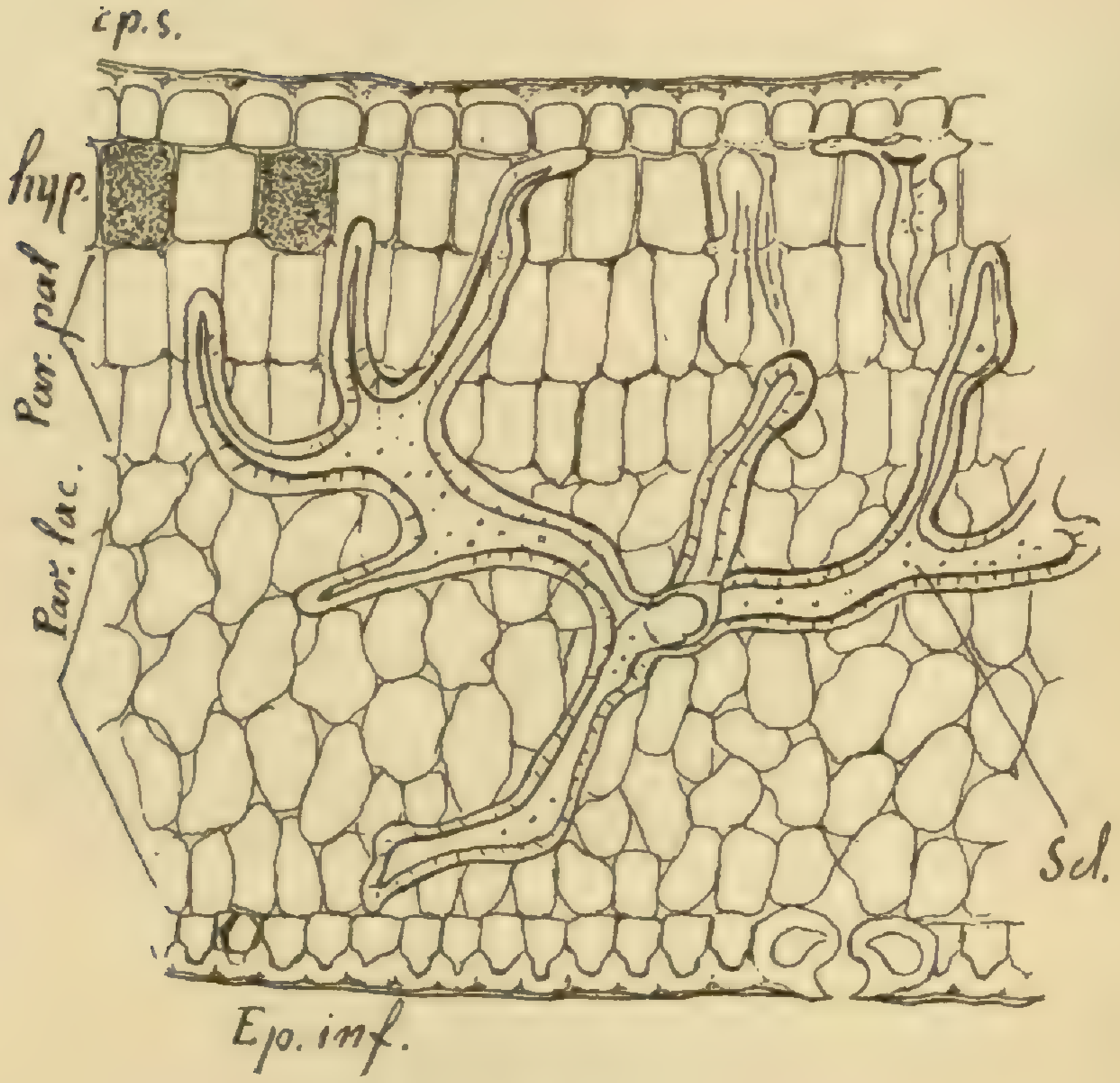


Fig. 26.

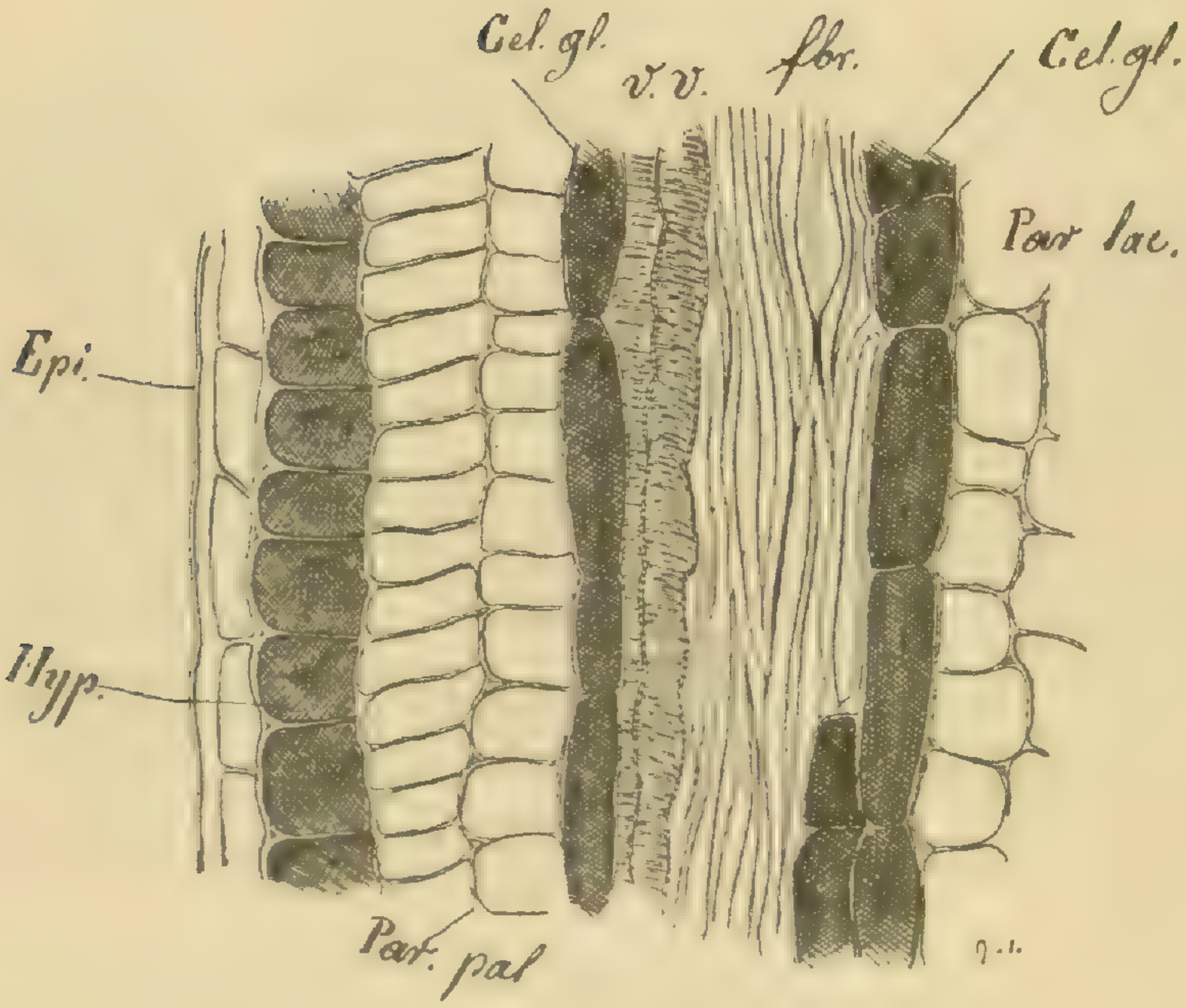
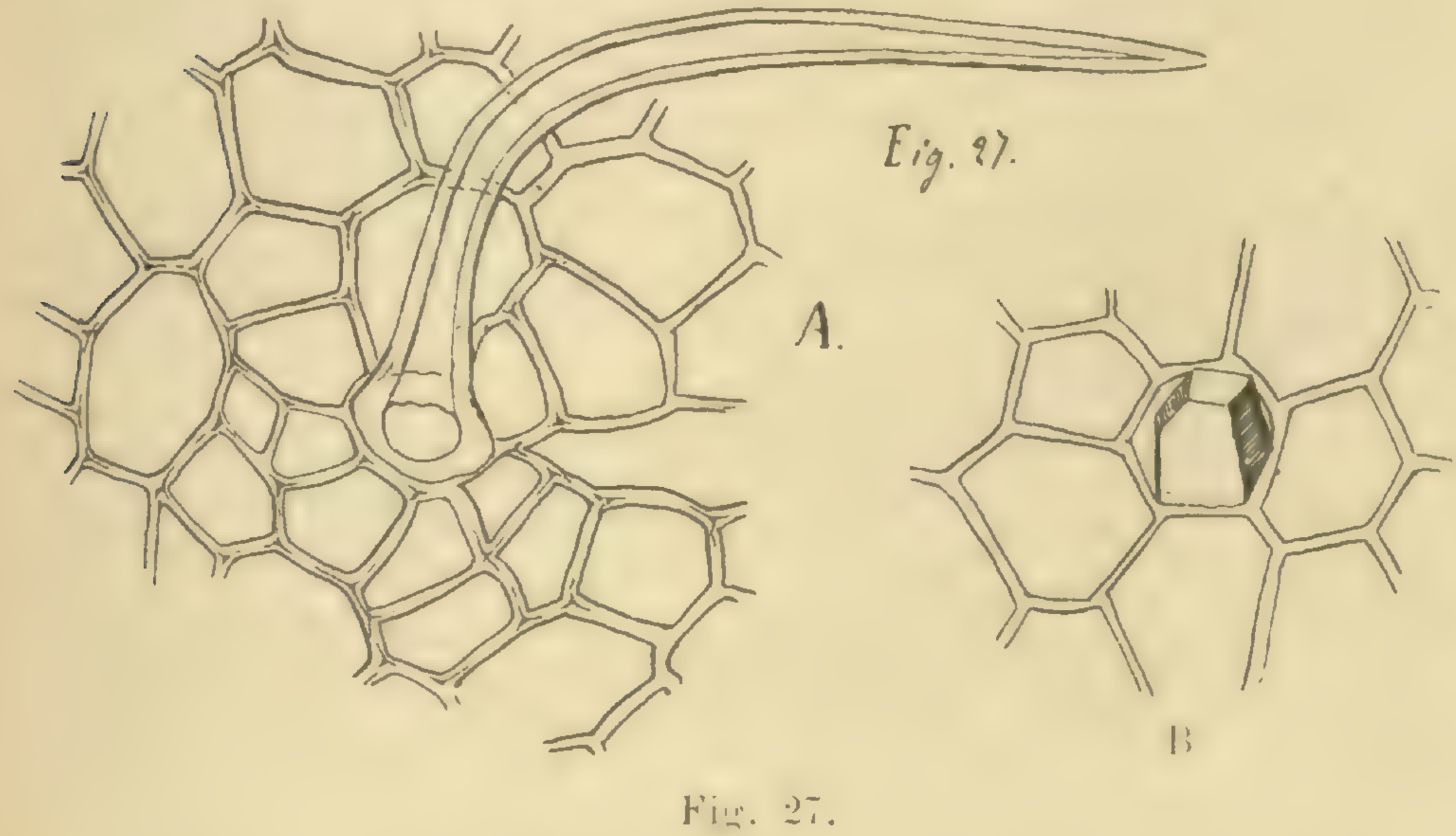


Fig. 26 *bis*.

contiennent des cristaux polyédriques isolés d'oxalate de calcium [1] (fig. 27 et 28 B).



Les stomates font défaut sur l'épiderme supérieur (fig. 27), dont les cellules sont presque carrées en coupe transversale (fig. 26 *ép. s*).

Les cellules de l'épiderme inférieur ont leur paroi externe marquée d'un épaississement plus puissant, qui atteint les parties adjacentes des parois latérales (fig. 26 *ép. inf.*), et cette particularité leur imprime une apparence spéciale, vues de face (fig. 28 A).

Les stomates (fig. 28 *Stom*), localisés à la face inférieure, ne sont pas accompagnés de cellules spéciales [2] ; les deux cellules stomatiques font une saillie légère au-dessus du niveau de l'épiderme (fig. 28 C), et leur paroi supérieure se prolonge, au-dessus de l'ostiole, en un rebord qui limite une préchambre.

L'épiderme supérieur recouvre un hypoderme (fig. 26 *hyp.*) ;

1. La présence de l'oxalate de calcium en cristaux de ce genre a été signalée dans l'épiderme inférieur de *Rigiostachys bracteata* Planchon ; ce corps se montre, encore en cristaux isolés, dans d'autres feuilles de Simarubacées, *Simaruba glauca* D C., par exemple.

2. Chez les Simarubacées, en général, les stomates confinent à la fois à plusieurs éléments de l'épiderme semblables aux autres.

celui-ci pourrait être pris pour une première assise de cellules en palissade, mais ses éléments se distinguent des cellules sous-jacentes par leur moindre volume, leur régularité

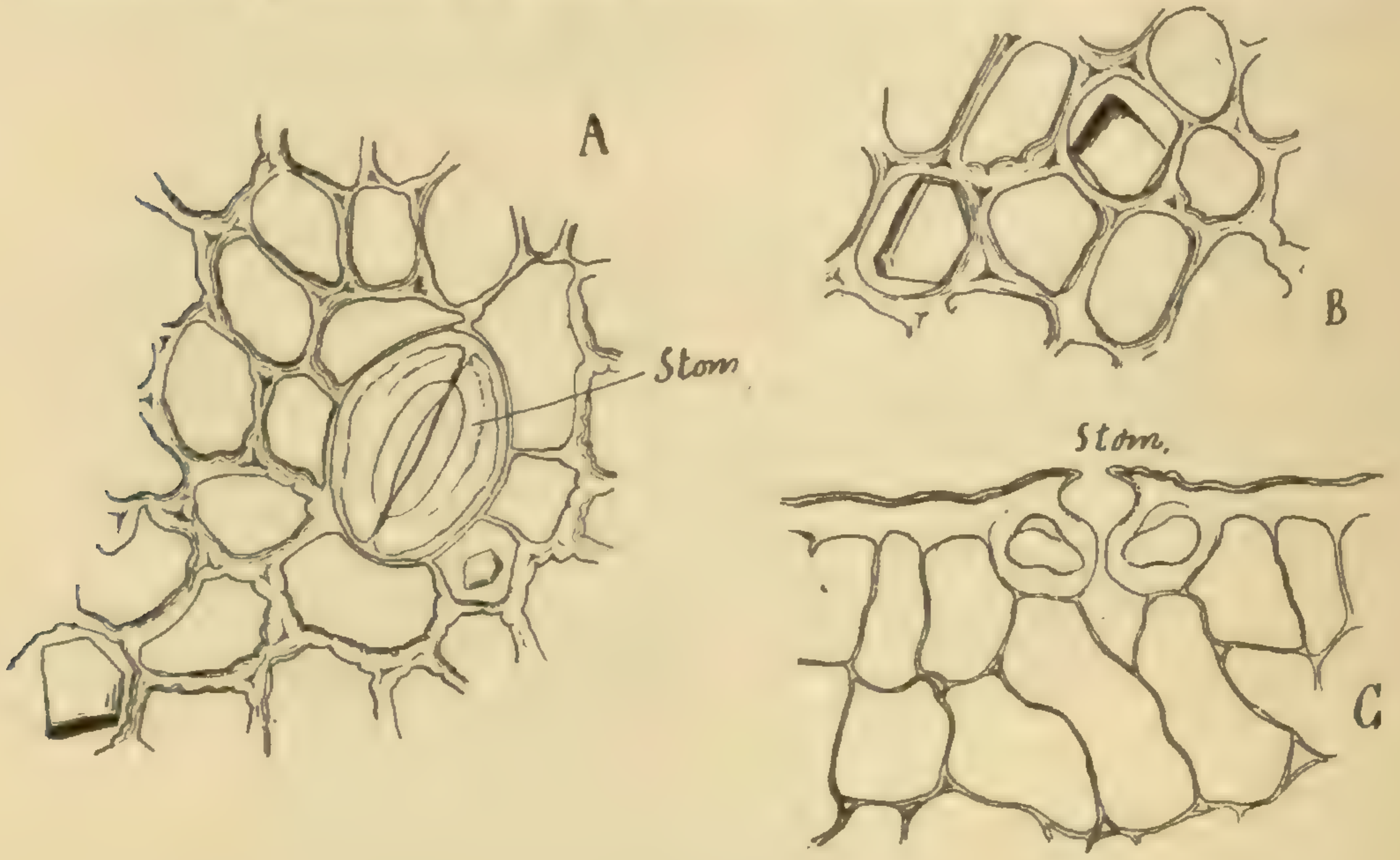


Fig. 28.

plus grande, enfin par leur contenu jaune foncé ou rouge brun. Cette substance brunit fortement par le perchlorure de fer, et contient vraisemblablement du tanin, corps que l'on retrouve, d'ailleurs, dans tous les organes.

Le mésophylle se divise en deux zones : une supérieure (fig. 26 *par. pal.*) formée par deux assises d'éléments en palissade, une inférieure spongieuse, plus large (*par. lac.*); l'une et l'autre sont normalement construites, d'ailleurs. Mais l'ensemble du parenchyme foliaire offre deux particularités intéressantes (fig. 26):

1° Il renferme de nombreuses cellules scléreuses (*Scl.*) dont les dimensions et la forme sont extrêmement variées [1] ; les

1. Des cellules scléreuses, dans le mésophylle, sont signalées chez plusieurs autres genres de Simarubacées. Ce sont, par exemple, des éléments ramifiés chez *Simaruba glauca* D. C. d'après Solereder, et *Hannoa Schweinfurthii* Oliv. d'après Engler ; ce sont parfois des cellules scléreuses simples, courant irrégulièrement dans le parenchyme, comme chez *Quassia africana* H. Baillon d'après Solereder, *Eurycoma longi-*

unes sont de simples bâtonnets appuyés sur l'un des deux épidermes, d'autres traversent le mésophylle de part en part, d'autres enfin, ramifiées dans toutes les directions, affectent les formes les plus irrégulières. Ces cellules sont très abondantes, et constituent, pour la feuille, un appareil de soutien comparable à celui qu'on observe dans les feuilles du Thé et des *Camellia*.

2° Sur beaucoup de folioles, mais non sur toutes, on remarque, ainsi que nous l'avons dit (p. 195 et 196), à la face supérieure du limbe et vers son extrémité, sur la nervure médiane et souvent aussi sur les nervures latérales secondaires, de petits

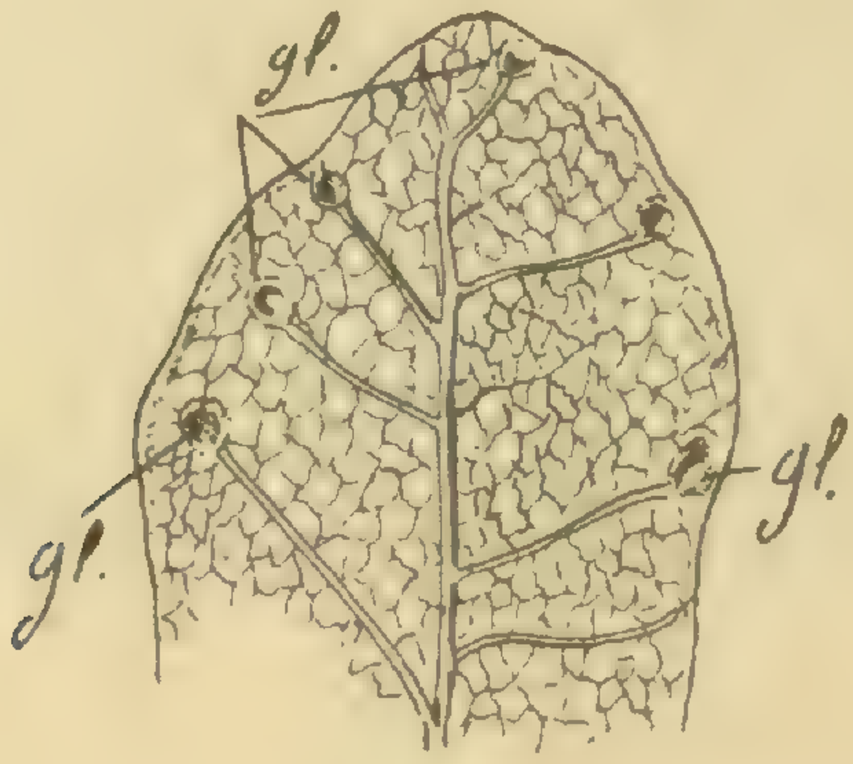


Fig. 29.

organes de forme discoïdale (fig 29 *gl.*, *gl.*), de couleur brune et légèrement concaves. Leur structure ne permet pas de les confondre avec les glandes internes des Rutacées ; cependant, leur nature glandulaire nous paraît être nettement indiquée par les trachées, provenant de la nervure sous-jacente, qui viennent s'y terminer (fig. 30). Leur contour général est lenticulaire, leur grand diamètre étant parallèle à la surface du limbe ; ils sont situés en entier au-dessus du faisceau de la nervure dont ils reçoivent des ramifications, et n'at-

folium Jacq. d'après Engler, ou bien encore des sclérites traversant perpendiculairement le mésophylle, comme chez *Simaba sinuata*, d'après Solereder (V. Solereder, *loc. cit.*, p. 208 . Engler, qui signale des cellules du même genre chez les *Mannia*, en figure chez certaines plantes (**Engler et Prantl, III Teil, Abteilung 4 et 5**).

teignent pas l'épiderme inférieur. Dans l'espace qu'ils occupent, les cellules du parenchyme se sont multipliées en un grand nombre de petits éléments, qui tous convergent, suivant des lignes plus ou moins courbes, vers le centre du disque superficiel formé par ces petits organes. Les cellulles de l'épi-

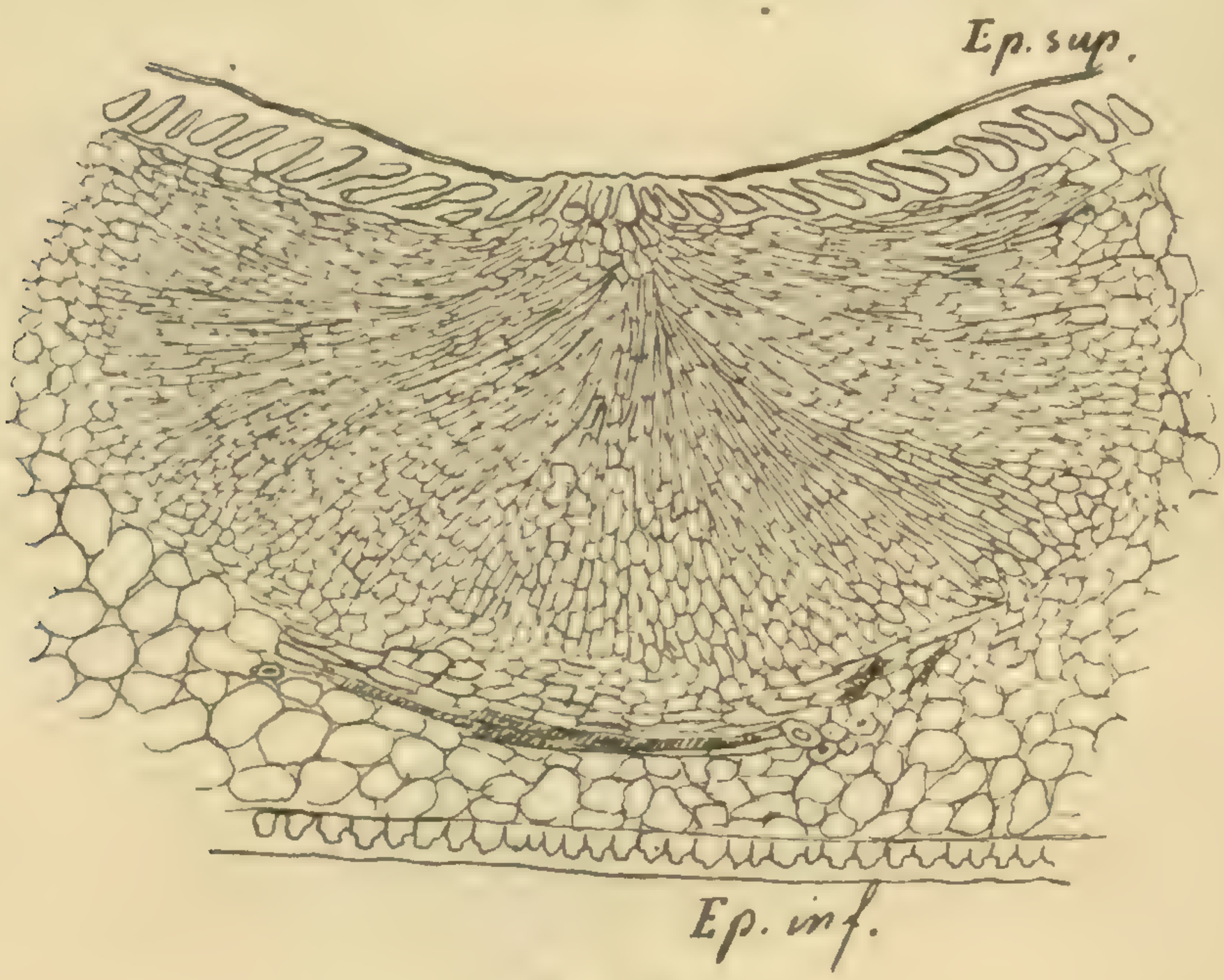


Fig. 30.

derme supérieur situées au-dessus de cette région sont inclinées elles-mêmes dans la même direction, et semblent rayonner du point central où elles se disjoignent plus ou moins. Dans tous les appareils de ce genre que nous avons pu voir, il n'existait point de réservoir central, et les parois des cellules constituantes de l'organe, bien que très minces, étaient partout intactes. Sont-ce là des glandes à nectar analogues à celles que l'on observe chez certaines plantes (pétioles du Ricin, stipules de certains *Vicia*, du *Faba vulgaris*, etc.), et dont la stucture est cependant différente ? Nous ne saurions le dire, les échantillons de feuilles dont nous disposons étant complètement secs, et nous n'avons pu y constater, non plus, les réactions des substances sucrées. Il y aurait lieu cependant de leur supposer *à priori*, un rôle semblable, si l'on tient compte de leur analogie avec les glandes de même structure, décrites par

Solereder chez *Ailanthus glandulosa* Desf. et chez *A. excelsa* Roxb[1], mais ces dernières sont saillantes à la face inférieure du limbe et non en dessus, comme chez le « Kirondro »

Les particularités les plus remarquables de la structure du limbe sont les suivantes :

1° *Localisation des stomates (sans cellules accessoires) à la face inférieure du limbe, et présence de cristaux isolés d'oxalate de calcium dans les cellules épidermiques ;*

2° *Présence d'un hypoderme à la face supérieure du mésophylle :*

3° *Un appareil de soutien représenté par des sclérites, simples ou ramifiés, dans le mésophylle :*

4° *Un appareil glandulaire représenté : a par des réservoirs à mucilage accompagnant la nervure médiane, b) par des glandes situées à l'extrémité de la nervure médiane et des nervures secondaires, glandes dont le rôle n'est pas déterminé.*

Anatomie du fruit. Le fruit est une drupe coriace (v. p. 199). Le péricarpe se laisse diviser en trois régions dont l'interne, la plus étroite mais nettement distincte, constitue le noyau (fig. 31 A, B et C).).

La première région (A) est formée par l'épicarpe et, vraisemblablement, par une portion du mésocarpe. Elle est recou-

1. « Elles offrent, dit Solereder (*loc. cit.*, p. 209), à l'œil nu, l'aspect « de callosités discoïdales un peu excavées au centre, qui font saillie à « la face inférieure, sur les nervures qui parcourent la dent et près de « l'extrémité de celle-ci... La partie principale de la glande consiste en « un massif nettement délimité de cellules à parois minces, occupées, « sur le sec, par une petite quantité d'un produit de sécrétion de cou- « leur brune ; elles sont en partie allongées vers le centre de la surface « de la glande, et elles laissent entre elles, en ce point, des vides inter- « cellulaires orientés de la même façon. Sous ce tissu existe un groupe « de terminaisons de trachées, qui sont elles-mêmes les ramifications « des faisceaux vasculaires qui parcourent la dent correspondante du « limbe. L'épiderme qui recouvre la glande est privé de stomates ; il con- « siste en une assise de cellules polygonales, d'autant plus étirées dans « le sens radial qu'elles sont plus voisines du centre. Au milieu de la « surface, les cellules épidermiques sont quelque peu allongées et palis- « sadiformes, en section transversale, et leur paroi est mince... etc. ».

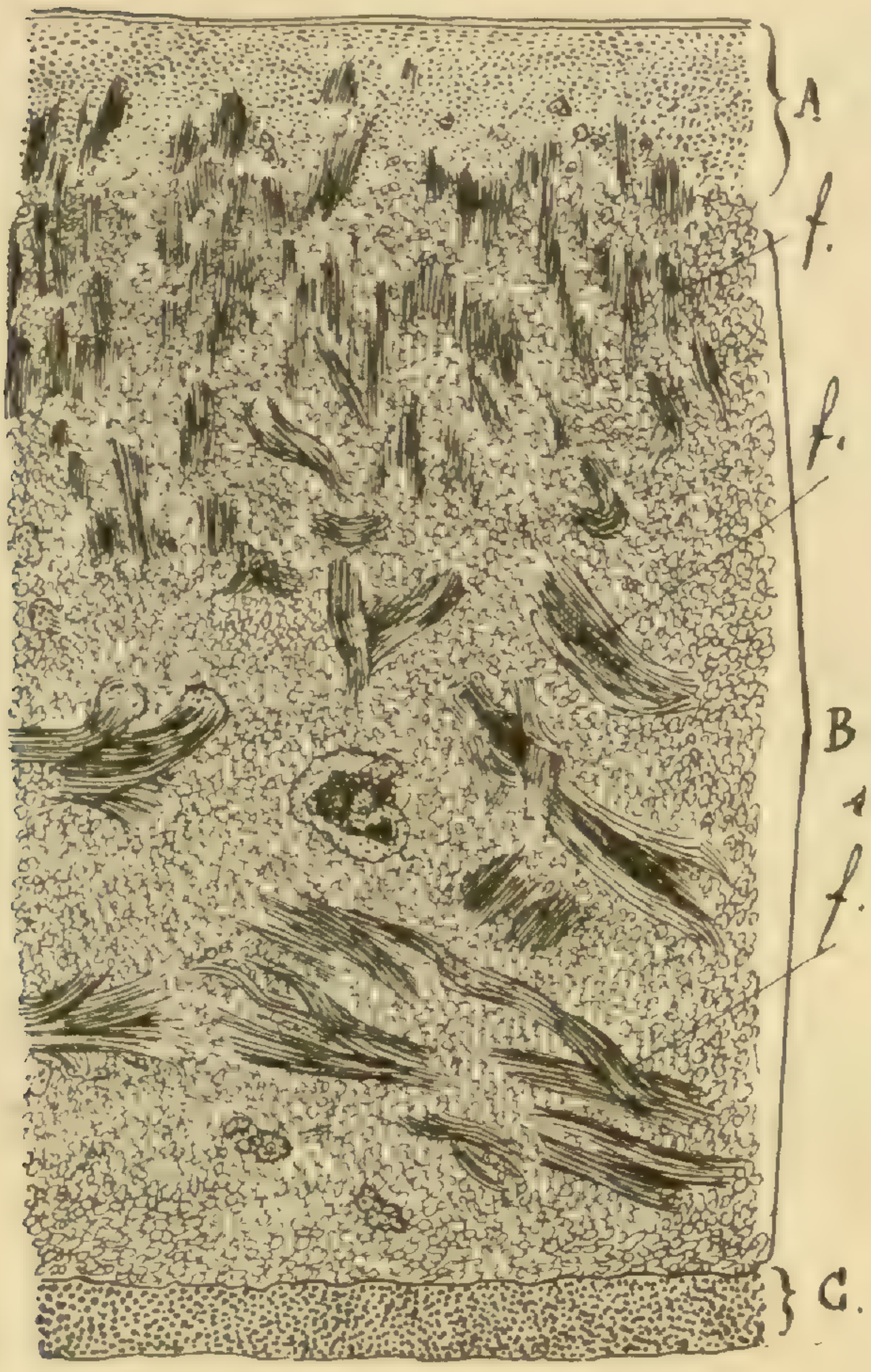


Fig. 31.

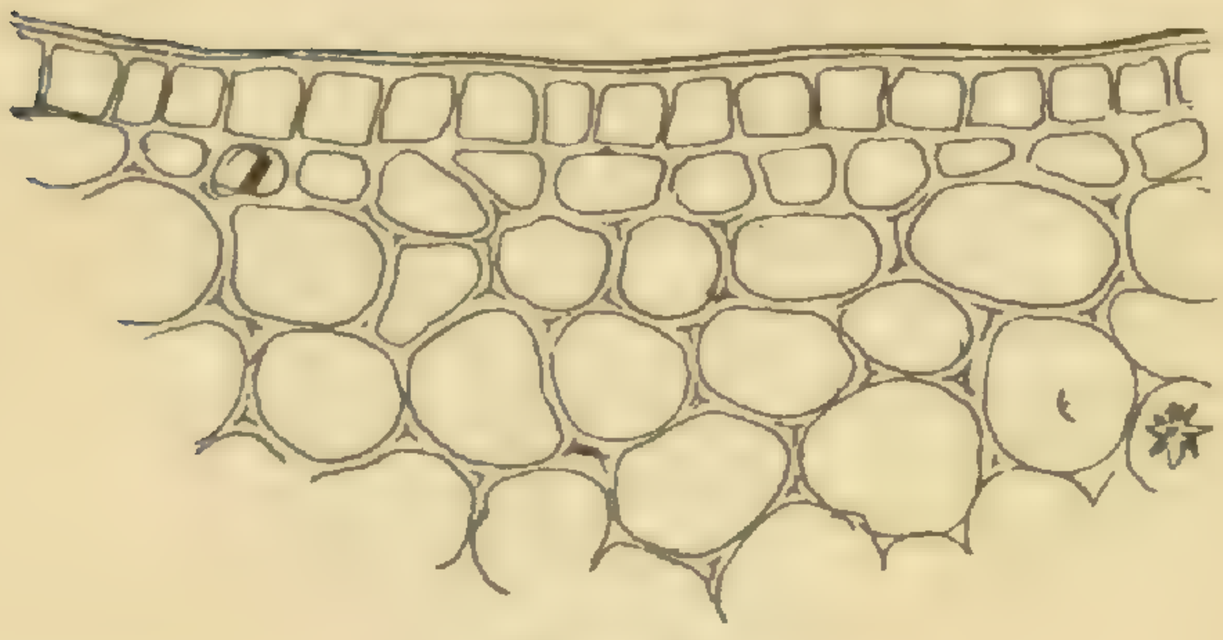


Fig. 32.

verte (fig. 32 et 33) par un épiderme lisse et glabre [1], constitué par des éléments tabulaires, tétragonaux ou pentagonaux vus

1. On se rappelle que l'ovaire est velu dans la fleur (v. page 198).

de face, assez réguliers, et dont les parois sont légèrement épaissies ; ils sont extérieurement protégés par une cuticule nettement différenciée. Cet épiderme porte, en assez grand nombre, des stomates ovales arrondis (fig. 33 et 34), qui s'ouvrent au

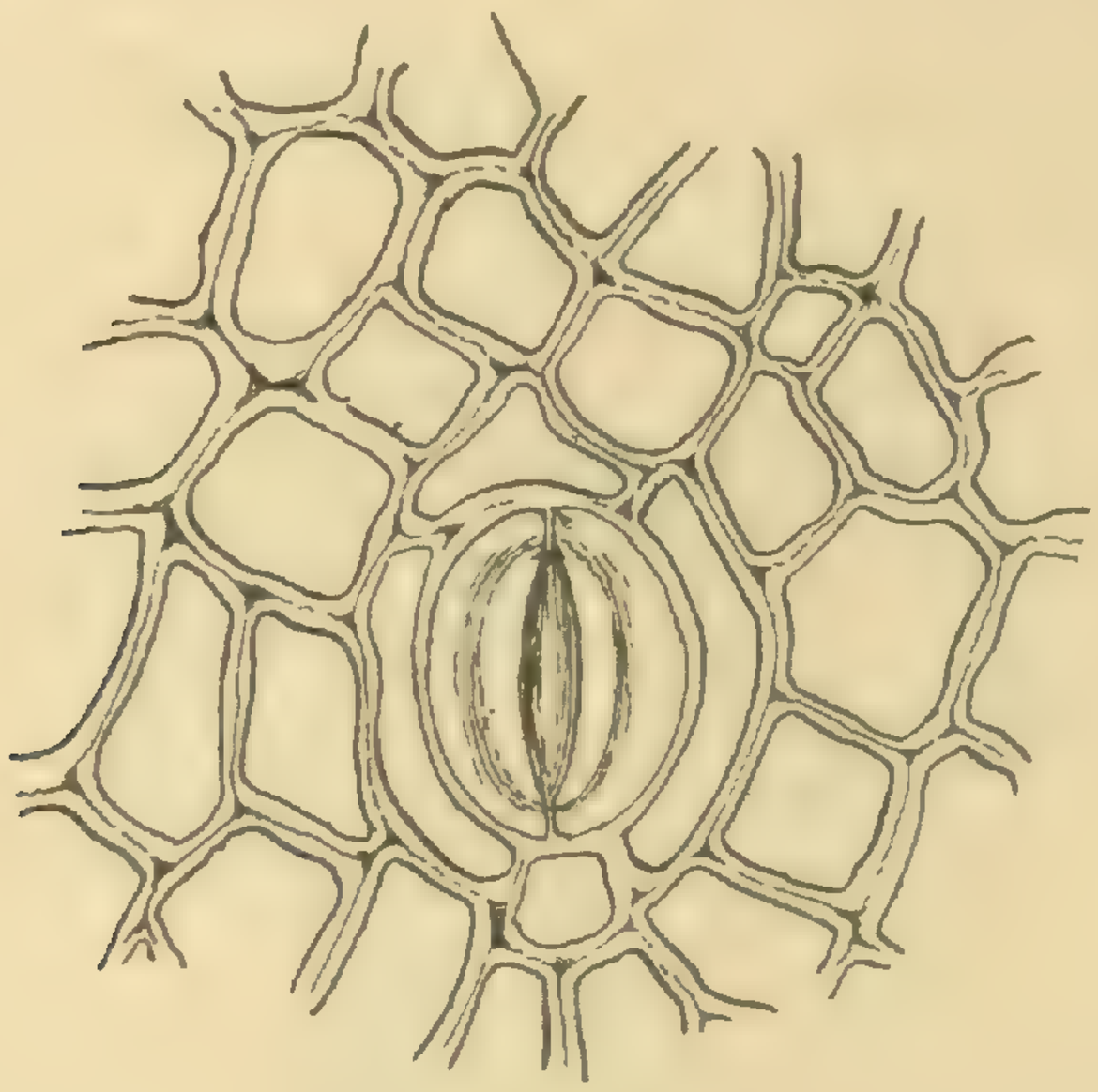


Fig. 33.

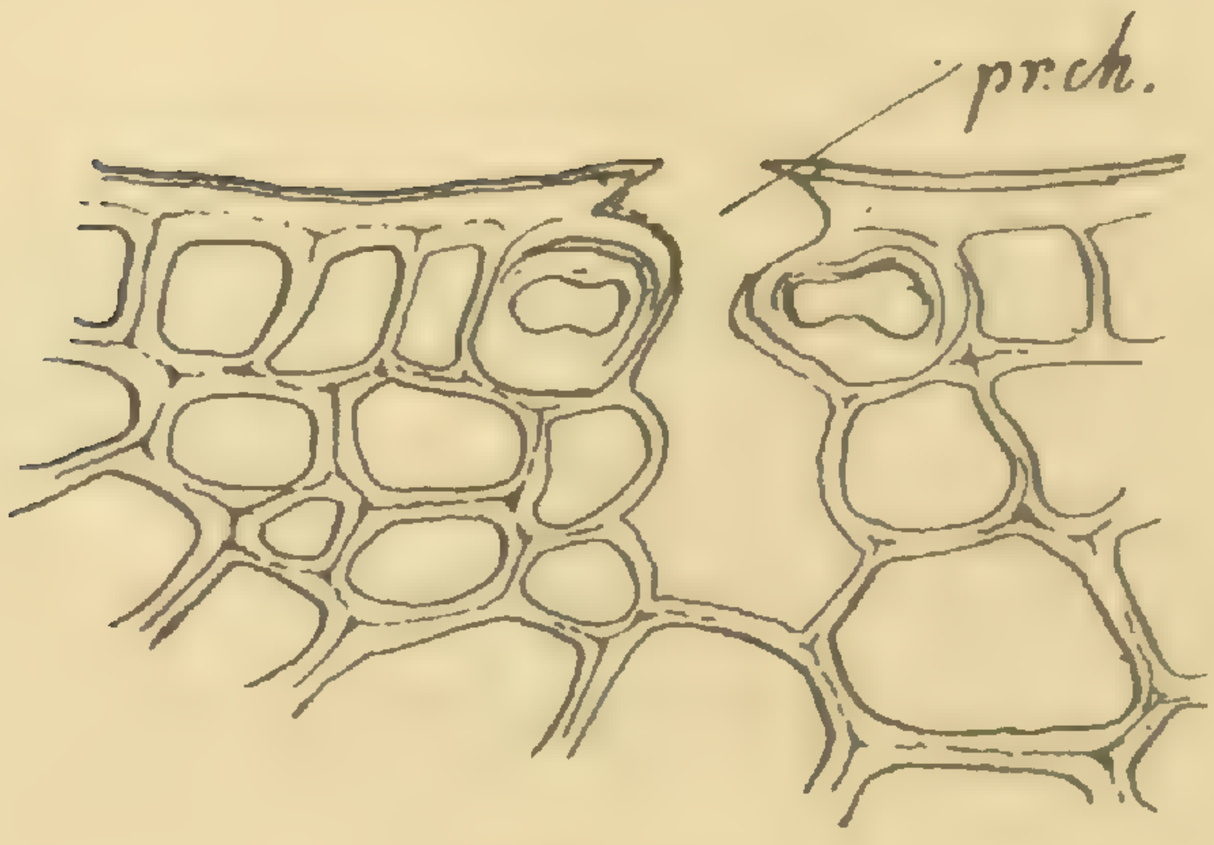


Fig. 34.

niveau des autres éléments épidermiques, par un orifice formé, comme dans bien d'autres feuilles, par un rebord des cellules stomatiques au-dessus d'une préchambre (*pr. ch.*). Chaque stomate est entouré par plusieurs cellules (4 à 5), en général plus petites, qui se moulent plus ou moins sur son pourtour.

Le tissu sous-jacent passe par transition à la zone moyenne B ; il consiste en un parenchyme dont les éléments ont un aspect plus ou moins collenchymateux (fig. 32 et 34) ; certains d'entre eux renferment de l'oxalate de calcium, soit en cristaux isolés, soit en mâcles, et des grains de fécule [1] surtout abondants vers la partie interne de la zone (fig. 37), où cette dernière devient spongieuse et prend de plus en plus les caractères de la zone moyenne.

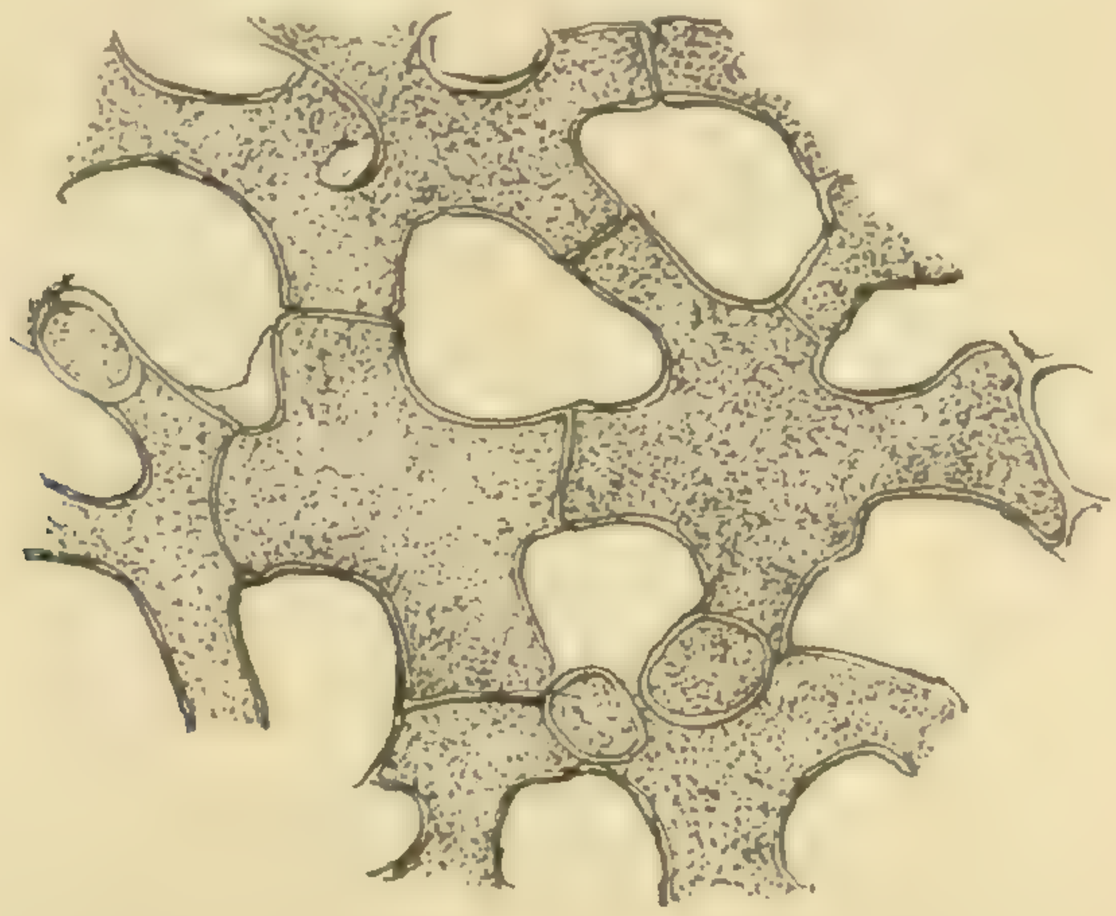


Fig. 35.

La seconde zone (fig. 31 B) est la plus large, et constitue la presque totalité de l'épaisseur du péricarpe. Elle représente le sarcocarpe des autres fruits drupacés et la dénomination de *zone spongieuse* lui conviendrait parfaitement, si elle n'était traversée par de nombreux faisceaux où dominent les éléments de soutien qui lui donnent beaucoup de résistance. Le tissu connectif dans lequel cheminent ces faisceaux est caractéristique : il est formé par des cellules étoilées à parois minces dont les processus, larges et obtus, sont orientés et ramifiés dans toutes les directions (fig. 35), et s'unissent, d'un élément à l'autre, en une trame qui rappelle le parenchyme lacuneux de beacoup de plantes aquatiques. Au pourtour des faisceaux, ces éléments perdent progressivement leurs prolongements

1. Les grains arrondis de cette fécule mesurent au maximum 0mm065.

et deviennent simplement polygonaux ou aplatis (fig. 36). Le contenu des cellules étoilées est généralement jaunâtre dans les fruits conservés dans l'alcool ; il fixe fortement, comme les sucs des cellules glandulaires de la tige et des feuilles, le bleu de méthylène, la safranine, etc., etc. L'eau de Javel lui communique tout d'abord une tente jaune brun, puis le déco-

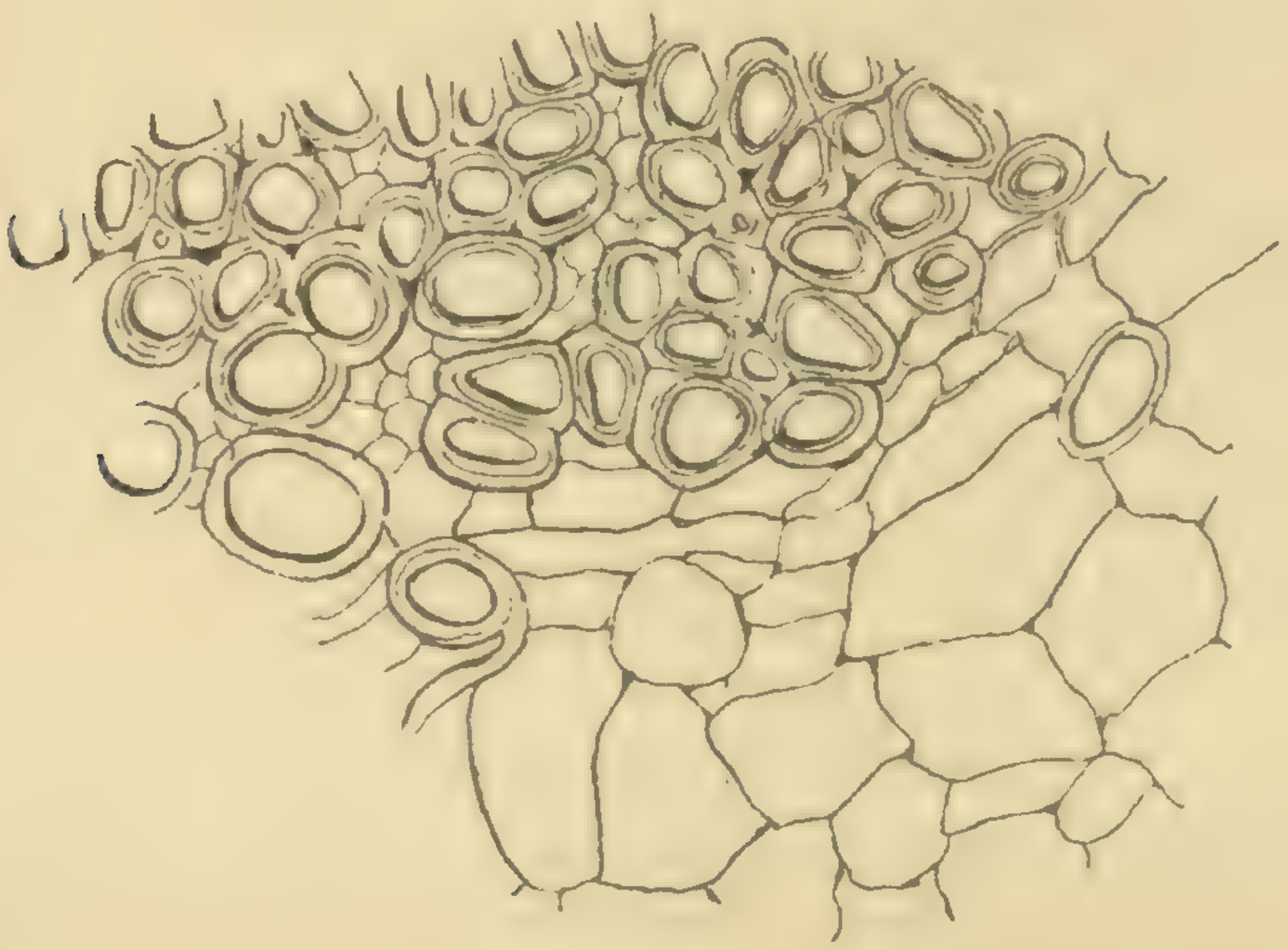


Fig. 36.

lore. Le perchlorure de fer lui fait prendre une teinte brun foncé (v. plus loin).

Comme le péricarpe du Kirondro ne renferme aucun réservoir glandulaire, et que cependant, par macération dans l'eau, il fournit un mucilage assez abondant, il nous paraît probable que ce dernier est renfermé, en grande partie au moins, dans ce parenchyme spongieux où il se trouve uni à du tanin, ou bien que les éléments qui le constituent se gélifient, dans tous les cas, avec facilité [1].

Les faisceaux qui traversent le sarcocarpe (fig. 31 B et fig. 36) sont riches en fibres longues et résistantes, accompagnées par quelques cellules scléreuses ; ce tissu mécanique forme une

1. Si l'on traite ce tissu par l'iode, puis par l'acide sulfurique concentré, il prend instantanément une belle couleur indigo passant au violet, puis il se détruit.

sorte de gaîne au tissu conducteur représenté, comme à l'ordinaire, par des trachées et des vaisseaux rayés.

La zone interne C ne forme guère que la quinzième partie,

Fig. 37.

au maximum, de l'épaisseur du péricarpe (fig. 31 C et 38). Elle consiste en cellules scléreuses, très inégales comme forme et comme volume. C'est là le noyau de la drupe du

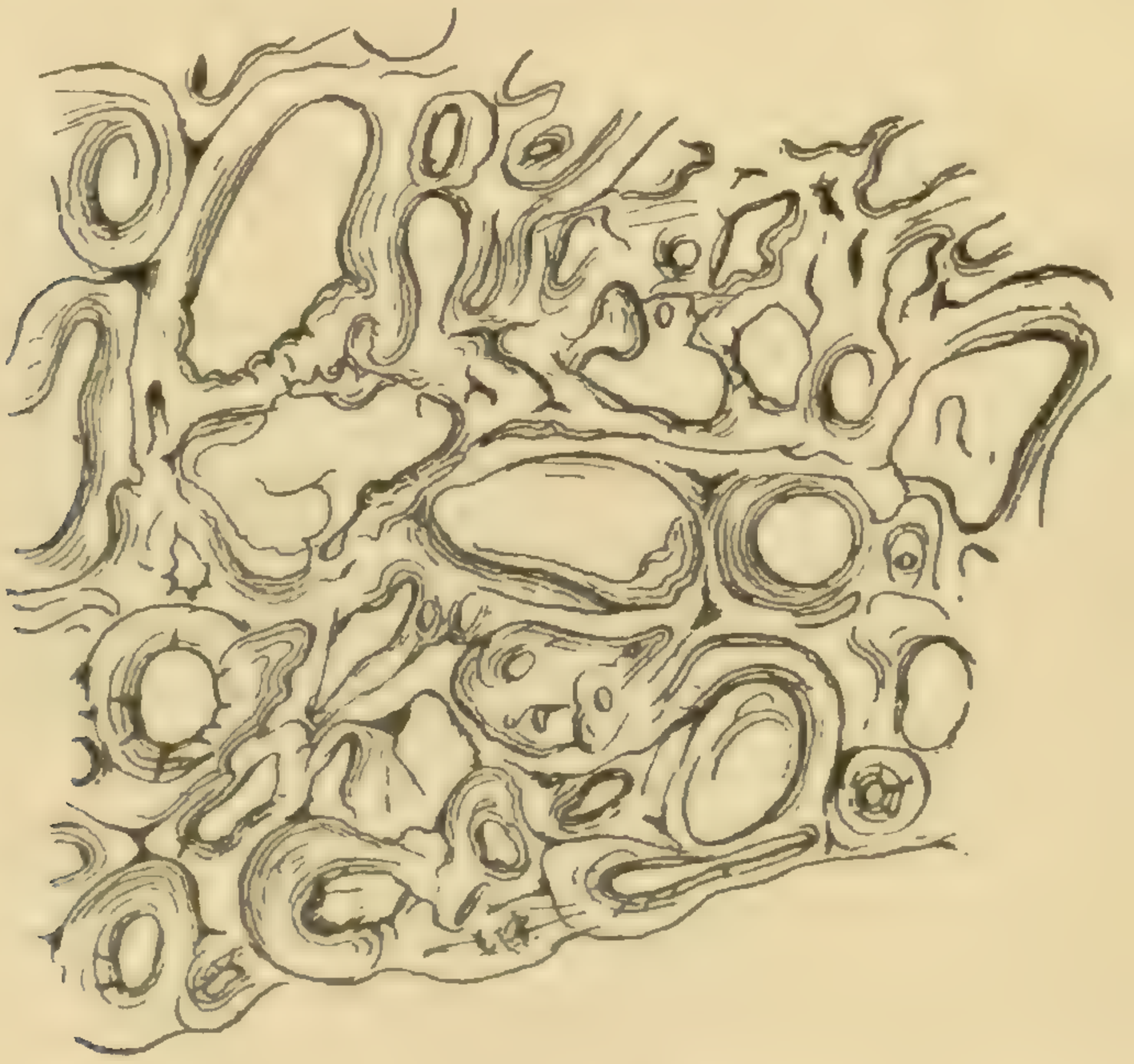


Fig. 38.

Kirondro, qui est loin d'avoir la dureté et la résistance du noyau des Drupacées.

Anatomie de la graine. — *Tégument.* — Le *tégument* est brun, assez mince. L'épiderme est formé d'éléments irrégulièrement polygonaux vus de face, quadrangulaires et presque cubiques, ou bien aplatis suivant les régions. Il offre, en certains endroits, des solutions de continuité dont nous n'avons pu reconnaître la signification. Le tissu propre du tégument est simplement constitué par une épaisseur assez grande de cellules à parois brunes et assez minces, d'autant plus aplaties qu'elles sont plus profondes et plus rapprochées de l'embryon.

Embryon. — L'embryon a une structure fort simple. Il est partout recouvert d'un épiderme dont les cellules sont polygonales vues de face, quadrilatères en section transversale, assez régulières ; le parenchyme cotylédonaire est essentiellement formé de cellules à parois minces, renfermant de la fécule ; seules les deux ou trois premières assises qui confinent à l'épiderme sont formées d'éléments polygonaux, avec des parois assez épaisses. La fécule est en grains arrondis, souvent accolés par deux ou par trois, plus volumineux que ceux du péricarpe et pouvant atteindre un diamètre de $0^{mm}012$.

APPAREIL SÉCRÉTEUR

Bien que les Simarubacées se distinguent des Térébinthacées, entre autres caractères différentiels, par l'absence de canaux à oléorésine dans l'écorce, et des Rutacées par l'absence de glandes internes à huile essentielle, les organes glandulaires sont loin de faire défaut dans cette famille.

Un assez grand nombre de Simarubacées possèdent des *canaux sécréteurs dans leur moelle* (*Simaba*, *Ailanthus*, *Picræna*, *Picrasma*, *Picrocardia*, etc.) et très exceptionnellement dans le liber (*Kœberlinia spinosa* Zucc.) La racine et l'embryon en seraient toujours privés, d'après Van Tieghem. On y trouve aussi des cellules glandulaires à contenu résineux (*Ailanthus*, *Cneoridium*, *Spathelia*, *Picrella*, etc.), soit en même temps que les canaux sécréteurs, soit

à l'exclusion de ces derniers. Enfin les *Irvingia* possèdent dans tous leurs organes et même dans leur embryon (*I. Oliveri* Pierre et *I. Gabonensis* Baillon tout au moins) des réservoirs lysigènes à mucilage.

Le Kirondro offre, à cet égard, des particularités intéressantes sur lesquelles nous tenons à revenir avec un peu plus de détails.

Cette plante est dans toutes ses parties, avons-nous dit, mais surtout par ses fruits, un poison puissant. Quels sont le ou les principes actifs de cette plante ? Y sont-ils uniformément répandus, ou bien ont-ils leur siège dans des organes ou des tissus spéciaux ? Cette seconde question est naturellement dépendante de la première, et nous ne pourrons établir sûrement la localisation de ces composés organiques que lorsque leur nature chimique et leurs réactions les plus caractéristiques seront connues. Il est permis toutefois de supposer, par analogie avec les faits observés chez beaucoup d'autres plantes toxiques, que l'appareil glandulaire, si bien développé chez le Kirondro, est loin d'être étranger à l'activité de cette plante, et l'on comprend tout l'intérêt qui s'attache à son étude.

Nous donnons ici les résultats de nos observations à cet égard, en attendant qu'une connaissance chimique plus parfaite de la plante nons permette de les compléter et de les rectifier au besoin.

Il résulte déjà de notre étude anatomique de l'appareil végétatif que le Kirondro possède un double appareil glandulaire :

1° Des *cellules glandulaires* ou *sécrétantes*, isolées ou groupées ;

2° Des *réservoirs* ou *poches à mucilage*, dont la croissance, sinon l'origine première, s'effectue entièrement par mode lysigène.

Le produit des cellules glandulaires et celui des réservoirs à mucilage sont tout à fait distincts, bien que ces deux sortes de glandes existent en même temps dans les organes végétatifs, tiges, feuilles et pédoncules, que nous avons

étudiés. Le fruit ne possède que très peu de réservoirs à mucilage ; par contre, la plupart des cellules qui composent le mésocarpe, malgré leur forme spéciale (voir p. 230), offrent la même coloration et, à peu de chose près, les mêmes caractères microchimiques que les cellules sécrétantes des organes végétatifs ; les réactions se montrent cependant ici plus accusées et plus nettes. Or, si l'on tient compte de ce fait, rapporté par les voyageurs, que c'est précisément le fruit qui, de toutes les parties du Kirondro, jouit de l'activité toxique la plus grande, on est conduit à penser, *à priori*, que le poison pourrait bien se trouver, en grande partie tout au moins, localisé dans cette première sorte de glandes, les poches lysigènes ne fournissant par elles-mêmes qu'un mucilage sans caractère chimique tranché, et manquant à peu près totalement dans le fruit.

I. Cellules glandulaires. — Elles ont pour caractère commun *de ne se fusionner jamais par destruction de leurs parois*, bien qu'elles forment souvent des groupes plus ou moins compacts. D'après les réactions microchimiques de leur contenu, nous considérerons comme telles :

1° Les *cellules glandulaires proprement dites* de l'écorce et de la moelle ;

2° Les *éléments hypodermiques* du limbe ;

3° Les *cellules étoilées* du sarcocarpe dans le fruit.

Les *cellules glandulaires proprement dites* se rencontrent à la fois dans la tige et dans le pétiole commun ; elles accompagnent aussi les principales nervures du limbe (voir les figures correspondant à ces divers organes).

Dans l'écorce de la tige et dans le pétiole commun, elles sont disséminées dans les parenchymes périphérique et moyen, mais elles se tassent au voisinage du péricycle où nous les avons vues (p. 205 à 207) former des amas plus ou moins étendus autour des paquets fibreux de la gaine, et se glisser même dans leurs intervalles, jusque dans la partie externe des rayons médullaires. Elles sont moins nombreuses dans la moelle dont elles n'occupent guère que la périphérie. Les axes d'un faible diamètre sont relativement les plus riches en cellules de ce genre, et souvent leur parenchyme cortical tout entier n'est formé

que de ces éléments, de telle sorte que le cylindre central est entouré par un anneau à peu près compact d'un fauve plus ou moins foncé.

L'emploi de certains réactifs permet de les suivre autour des nervures du limbe qu'elles accompagnent dans leurs ramifications, toujours à l'extérieur du système libéro-ligneux et dans une région correspondant au voisinage du péricycle dans la tige (fig. 26 *bis*).

Les cellules glandulaires manquent dans le parenchyme chlorophyllien du limbe, mais *l'hypoderme tout entier*, privé de chlorophylle, est occupé par une substance dont la coloration et les caractères microchimiques sont ceux du contenu des cellules glandulaires ; il n'est même pas rare de voir certains des éléments de la première assise de cellules en palissade, isolées ou par séries, se colorer par les réactifs comme les cellules hypodermiques.

Il résulte des faits que nous avons signalés que les *cellules glandulaires* ne constituent pas un appareil morphologiquement distinct ; il est simplement composé d'éléments du tissu conjonctif (écorce et moelle de la tige et des pédoncules floraux), ou de l'hypoderme foliaire, ou bien encore de certaines cellules du parenchyme chlorophyllien adaptées à une fonction spéciale, et n'ayant subi que des modifications très légères dans leur constitution ; un diamètre ordinairement plus grand, surtout dans le sens longitudinal, une tendance marquée à se disposer en files parallèles comme les cellules à latex des Papavéracées (fig. 26 *bis*), surtout au voisinage des faisceaux fibreux, sont les seules particularités qu'elles offrent. Les cellules hypodermiques du limbe sont les mieux différenciées. Enfin nous n'avons pas à revenir sur le parenchyme étoilé du fruit qui représente évidemment le tissu cellulaire du mésocarpe.

En résumé, cet appareil glandulaire est tout à fait comparable aux cellules tannifères si fréquentes chez les autres végétaux et qui peuvent être représentées par des éléments du tissu conjonctif, absolument semblables morphologiquement aux autres cellules du même tissu. Le tanin fait, d'ailleurs, probablement partie du contenu des cellules glandulaires du

Kirondro, ainsi que certaines de ses réactions permettent de le supposer.

Caractères microchimiques des cellules glandulaires. — Sur les coupes non traitées par l'eau de Javel, le tissu sécréteur dont nous venons de parler se révèle déjà, sans l'emploi d'aucun réactif, par la couleur jaune fauve ou d'un brun plus ou moins foncé de son contenu.

Ce dernier résiste aux dissolvants neutres, ou tout au moins il ne s'y dissout pas d'une manière appréciable dans les conditions où nous sommes placés.

L'*Eau de Javel* lui communique d'abord une teinte jaune brun; puis elle le décolore et le détruit.

La *potasse* en solution concentrée rend simplement sa teinte plus foncée.

L'*ammoniaque* concentrée lui communique une coloration vineuse qui devient de plus en plus intense, presque noire à la fin. (Dans ces conditions, le mucilage des poches lysigènes conserve sa teinte jaune pâle.)

L'*oxalate d'ammonium* brunit légèrement cette substance.

Avec le *chlorure de zinc*, il se produit une teinte tirant sur la couleur chair. La même réaction se produit avec le contenu des cellules de l'hypoderme foliaire, mais ces dernières se détachent alors beaucoup plus nettement, grâce à la teinte verte que prend le mésophylle dans ces conditions.

L'*acide picrique* communique simplement à cette substance une teinte d'un jaune plus accentué; mais si l'on chauffe ensuite, après avoir additionné de potasse, elle prend une couleur verdâtre.

Avec l'*acide chlorhydrique* concentré, réaction peu nette : coloration fauve clair.

Les *acides nitrique* et *sulfurique* brunissent le contenu de ces cellules, puis le dissolvent en le détruisant.

Le *permanganate de potasse* brunit tous les parenchymes de la plante et le mésophylle du limbe ; mais il modifie à peine la couleur du contenu des cellules sécrétantes qui se détachent alors en clair sur le tissu foncé qui les entoure. Ce contraste est particulièrement frappant pour l'hypoderme du limbe.

Le *bichromate de potasse donne, avec ces éléments, une couleur brun chocolat*. Cette réaction est particulièrement nette.

L'*iodure de potassium iodé* donne une teinte fauve rougeâtre. L'iode en solution alcoolique exerce une action analogue. L'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique détermine, dans ces conditions, l'apparition d'une coloration bleue, très vive surtout dans les cellules du mésocarpe.

Le *chlorure d'or, en solution au 1/100, communique assez rapidement au contenu des cellules glandulaires une teinte d'abord rouge vineux, puis violacée, enfin bleu foncé. Avec le sarcocarpe, on obtient définitivement une teinte d'un beau bleu indigo.*

La réaction par l'acide picrique, celle qu'on obtient avec le bichromate de potasse, enfin celle du chlorure d'or sont les plus caractéristiques.

Enfin, le contenu des cellules glandulaires se colore en brun foncé, passant au noir, par le *perchlorure de fer*, et il fixe fortement les colorants des parois cellulaires, tels que le vert de méthyle, la safranine, le bleu d'aniline, etc.

Le mucilage des poches lysigènes reste à peu près inaltéré dans les divers traitements qui viennent d'être énumérés. Il se dissout à la longue dans l'eau froide, plus rapidement à chaud. On peut obtenir ainsi, avec le péricarpe, une solution semblable à un mucilage de gomme assez épais ; nous n'en avons pas étudié les caractères microchimiques, et il nous paraît peu probable que ce produit participe pour une large part aux propriétés toxiques du Kirondro.

II. Réservoirs a mucilage. — Nous avons longuement décrit leur forme et leur répartition dans les divers organes du Kirondro.— Leur siège exclusif est le tissu parenchymateux fondamental (écorce et moelle de la tige, du pédoncule, des pétioles et des nervures foliaires). Nous n'en n'avons que très rarement rencontré dans le péricarpe, au voisinage des faisceaux.

Leur section transversale est circulaire ou elliptique, à contour arrondi dans tous les cas ; mais ils sont très allongés dans le sens même de l'organe qu'ils occupent, ce qui s'observe aisément sur des coupes transversales en série, et par l'examen des

coupes longitudinales. Les coupes transversales, en effet, montrent, par exemple, les réservoirs symétriques du système libéro-ligneux du pétiole commun toujours aussi développés et occupant la même place sur toute la longueur de l'organe. Ils ne s'anastomosent pas entre eux et cheminent parallèlement les uns aux autres, jusqu'au niveau où les faisceaux qu'ils accompagnent passent dans la tige ; ils y pénètrent avec eux, et on les suit encore dans la moelle périphérique de l'axe, en face des éléments ligneux avec lesquels ils y sont entrés.

Les coupes longitudinales nous les montrent sous l'aspect de longues lacunes, à bords mal délimités (fig. 14 *bis*) accompagnant les faisceaux. Là où ces poches se terminent en cul de sac, on voit, dans leur prolongement, les cellules du parenchyme ambiant d'autant plus désorganisées qu'elles en sont plus voisines, mais il ne faut pas oublier qu'une coupe longitudinale tant soit peu oblique donne l'illusion d'une extrémité de réservoir ainsi close. En fait, ces poches glandulaires sont partout très allongées, et disposées parallèlement les unes aux autres. Nous n'avons jamais constaté le fusionnement de deux d'entre elles en une seule.

Nous n'avons pu étudier le mode de formation de ces poches, faute d'organes très jeunes, mais leur apparition doit être très hâtive et leur diamètre doit promptement acquérir ses dimensions définitives. En effet, ces réservoirs sont déjà très volumineux sur des axes d'un diamètre encore très faible et, d'autre part, leur situation tout contre le bois dont le contour interne s'est, en quelque sorte, moulé sur le leur, et dans lequel ils sont souvent enclavés partiellement, semble indiquer qu'ils ont pris naissance en même temps que les éléments ligneux.

Leur agrandissement par voie lysigène n'est pas douteux, ainsi qu'on peut le voir d'après les figures 14 *bis* et 19 *Lm*. Il n'existe point de cellules de bordure, mais seulement des éléments en voie de désorganisation et les débris qu'ils abandonnent. Les cellules voisines du parenchyme sont souvent, il est vrai, aplaties parallèlement au contour de ces réservoirs, mais cette modification de forme n'est probablement que le résultat de la pression exercée par le contenu accumulé dans ces poches.

Doit-on conclure de ces faits que l'hypothèse d'une origine schizogène doit être absolument écartée ? Nous nous croyons d'autant moins en droit de le faire que la disposition régulière et constante de ces appareils dans la feuille et leur développement en longueur les distinguent des lacunes à mucilage ordinaires. De nouveaux matériaux nous permettront, sans doute, de résoudre cette question.

Quant au contenu de ces réservoirs, il ne nous a offert aucune réaction caractéristique et, d'ailleurs, nous n'avons pu en observer que des quantités très faibles, presque tous ces réservoirs étant vides sur les échantillons observés.

Les résultats que nous faisons connaître ici, au sujet de l'appareil glandulaire du Kirondro, doivent donc être considérés comme provisoires ; ils seront complétés et contrôlés après l'étude chimique de la plante.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Aussi bien par sa morphologie externe que par sa structure, le « Kirondro » trouve sa place naturelle parmi les Simarubacées, à côté des *Picrasma* Blume dont ils se distinguent cependant, entre autres caractères, par ses fleurs diplostémonées, son embryon ruminé et son appareil glandulaire. Les réservoirs à mucilage dont il est pourvu tendraient à le faire rapprocher des *Irvingia* qui s'en écartent nettement par leurs feuilles simples à stipules connées, leur embryon riche en matière grasse, etc., et surtout par la concrescence complète de leurs carpelles.

Les caractères distinctifs du Kirondro sont assez nombreux et assez profonds pour justifier sa place dans un genre nouveau, et le nom de *Perriera Madagascariensis* que nous proposons de lui donner.

Au point de vue anatomique, le Kirondro réalise le type ordinaire de structure des Simarubacées. Il y a lieu toutefois de remarquer les particularités suivantes :

Tige et pédoncules. — 1° Épiderme muni de poils simples,

unicellulaires ou unisériés, nombreux surtout dans le jeune âge.

2° Une gaîne péricyclique interrompue formée de paquets fibreux.

3° Le liber primaire est exclusivement représenté par du liber mou ; le liber secondaire renferme des fibres distinctes, comme forme, de celles de la gaîne.

4° Les rayons médullaires sont à peu près exclusivement unisériés.

Pétiole commun. — La structure caractéristique de cet organe est essentiellement représentée par un cercle clos libéro-ligneux périphérique, et un système médullaire transversal dont le bois est tourné du côté ventral, le liber du côté dorsal. Mais aux points d'insertion des folioles et près de l'insertion du pétiole commun sur l'axe, cette structure est beaucoup moins régulière et peu constante.

Limbe. — Les stomates sont localisés sur l'épiderme inférieur ; il existe dans les deux épidermes des cristaux isolés d'oxalate de calcium.

Il existe un hypoderme de nature glandulaire.

Le mésophylle se divise en deux zones, l'une en palissade supérieure, l'autre lacuneuse ; il est traversé par de nombreuses cellules scléreuses, simples ou ramifiées.

Le double appareil glandulaire du Kirondro se trouve représenté dans le limbe : 1° par l'hypoderme et les cellules sécrétantes qui accompagnent les faisceaux des nervures ; 2° par les réservoirs à mucilage qui suivent les nervures les plus fortes.

Il existe, vers le sommet des folioles, certains appareils glandulaires, analogues à ceux qu'on observe sur les feuilles des *Ailanthus*.

Fruit. — Le sarcocarpe est constitué par un parenchyme lacuneux étoilé, dont le contenu offre les mêmes réactions que celui des cellules glandulaires des organes végétatifs.

Graine. — Tégument simple ; embryon gorgé de fécule.

Appareil glandulaire. — Il existe, chez le Kirondro, deux sortes de glandes :

1° Des *cellules glandulaires* toujours indépendantes les unes des autres, bien que se réunissant souvent pour former des traînées, des assises continues ou des amas. On doit considérer comme telles :

a) Les cellules à contenu jaune fauve ou brun de l'écorce et de la moelle de la tige et des pétioles, et celles qui accompagnent les nervures à travers le limbe.

b) Les éléments de l'assise sous-épidermique du limbe.

c) Les cellules étoilées du sarcocarpe.

Le contenu de ces divers éléments offre des réactions analogues.

2° Des *lacunes lysigènes* (au moins dans leur période d'accroissement) à mucilage, dans la moelle périphérique de la tige et dans le tissu conjonctif correspondant du pétiole et des nervures qui traversent le limbe.

A ces deux sortes d'appareils, il convient d'ajouter les petits organes dont la présence est assez fréquente sur les nervures du limbe, mais dont le rôle physiologique n'est pas connu.

EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — Port du Kirondro.

Fig. 2. — Inflorescences et feuilles.

Fig. 3. — Une feuille complète, de grandeur naturelle, vue par la face inférieure. — Fig. 3 *bis*. Base d'une foliole plus grossie (face supérieure).

Fig. 4. — Une fleur en bouton. — Fig. 5 et 6, deux aspects de la fleur épanouie (toutes ces figures considérablement grossies). — Fig. 7, diagramme floral. — Fig. 8, une coupe longitudinale schématique de la fleur.

Sp., sépales ; *Pt.*, pétales ; *Etam.*, étamines ; *D.*, disque ; *Gyn.*, gynécée ; *Sty.*, style ; *Stig.*, stigmate ; *Ovu.*, ovules ; *Lc.*, une lacune à mucilage du pédoncule.

Fig. 9. — Fruit entier, grandeur naturelle. — Fig. 10, fruit et graine coupés longitudinalement. *Pédon.*, trace du pédoncule ; *Sty.*, cicatrice du style ; *Per.*, péricarpe ; *Gem.*, gemmule ; *Cot.*, cotylédons ; *Rad.*, radicule ; *Co. Cot*, côte saillante des cotylédons.

Fig. 11. — Embryon isolé, en section longitudinale. — Fig. 12, Embryon entier montrant le sillon ventral. — Fig. 13, embryon vu par l'extrémité correspondant à la radicule.

Fig. 14. — Coupe schématique d'une tige jeune. *Ep.*, épiderme ; *Pc.*, parenchyme cortical ; *Cel. gl.*, cellules glandulaires de l'écorce ; *G. fb.*, gaîne péricyclique fibreuse ; *Li.*, liber ; *Camb.*, cambium ; *B.*, bois ; *M.*, moelle ; *Lm.*, réservoirs à mucilage.

Fig. 14 *bis*. — Un réservoir à mucilage de la moelle périphérique en coupe longitudinale, montrant la désorganisation des tissus aux dépens desquels il s'agrandit ; à gauche, les premiers éléments du bois Gross. 180 diamètres .

Fig. 15. — Schéma d'une tige de Kirondro plus âgée ; *Pér.*, périderme ; *Pc.*, parenchyme cortical ; *cel. gl.*, cellules glandulaires ; *G. fb.*, gaîne fibreuse du péricycle ; *Li.*, liber ; *R. méd.*, rayons médullaires ; *B.*, bois ; *v.*, vaisseaux ; *M.*, moelle ; *Lm.*, lacunes à mucilage.

Fig. 16. — Schéma d'une coupe transversale du pédoncule commun. *Ep.*, épiderme ; *Pc.*, *Li.*, *B.*, *Cel. gl.*, *M.*, comme dans les figures 14 et 15.

Fig. 16 *bis*. — Coupe transversale du pédoncule commun liber, cambium et bois. Gross. 180\.

Fig. 17. — Coupe transversale de l'écorce d'un jeune rameau. Indications comme dans les figures précédentes. Grossissement 300 diamètres.

Fig. 18. — Région comprise entre le péricycle et le bois d'un jeune rameau. *Flg.*, fibres ligneuses ; *v.*, *v.*, vaisseaux ; *Cr.*, cristaux d'oxalate de calcium ; *Camb.*, cambium ; *Fl.*, fibres libériennes ; le reste comme dans les figures précédentes (Gross. 300 diam.).

Fig. 19. — Un réservoir à mucilage dans la moelle périphérique de la tige ; *M.*, *Lm.*, *Cel. gl.*, comme dans les figures précédentes (Gross. 150 diam.).

Fig. 20. — I et II. Schémas de la coupe transversale du pétiole commun, au-dessous des premières folioles ; III, IV, V, VI, et VII, schémas du rachis à divers niveaux (voir le texte). *Ec.*, écorce ; *Col.*, zone de cellules tangentiellement aplaties dans le parenchyme cortical ; *Li.*, liber ; *B.*, bois de l'anneau libéro-ligneux périphérique ; *Tc.*, tissu conjonctif médullaire ; *li'* et *b'*, liber et bois du système libéro-ligneux médullaire ; *lm.*, lacunes ou réservoirs) à mucilage ; *f"*, faisceaux libériens ou libéro-ligneux médullaires dont l'origine est dans la nervure médiane des folioles.

Fig. 21. — Schéma du rachis au niveau de l'insertion d'une paire de folioles. Li+li", ilots libériens, formés par la fusion du liber provenant de la nervure médiane des folioles avec le liber du cylindre libéro-ligneux périphérique du rachis qui a été refoulé en dedans ; *Lm"*, lacune à mucilage d'une nervure médiane de foliole. Le reste comme dans les figures précédentes.

Fig. 22. — De I à IV, gaîne foliaire (coupes schématiques) à divers niveaux (voir le texte). Indications comme dans les figures précédentes. En II et III, le côté supérieur et le côté inférieur montrent deux stades différents dans la marche des faisceaux destinés à la gaîne.

Fig. 23. — Schéma de la tige au niveau où les faisceaux libéro-ligneux destinés aux feuilles se détachent du cylindre central. *T.*, tige ; *Fm.*, faisceau médian de la gaîne ; *fl.*, *fl.*, faisceaux latéraux.

Fig. 24. — Schéma d'un pétiolule en coupe transversale. *Ec.*, écorce ; *Li.*, *b.*, liber et bois du système périphérique ; *Li"*, liber médullaire.

Fig. 25. — Schéma d'une nervure médiane à la base du limbe. Mêmes indications que dans les figures précédentes.

Fig. 26. — Coupe transversale du limbe. *Ep. s.*, *Ep. inf.*, épiderme supérieur et épiderme inférieur. *Hyp.*, assise sous-épidermique ou hypoderme ; ***Par. pal.***, **parenchyme en palissade** ; *Par. lac.*, parenchyme lacuneux ; *Scl.*, sclérite du mésophylle (Gross. 240).

Fig. 26 *bis*. — Une nervure du limbe en coupe longitudinale. *Ep.*, épiderme ; *Hyp.*, hypoderme ; *Par. pal.*, parenchyme en palissade ; *Cel. gl.*, cellules glandulaires ; *v*, *v.*, vaisseaux ; *Fbr.*, fibres ; *Par. lac.*, parenchyme lacuneux (Gross. 333).

Fig. 27. — A. et B., épiderme supérieur du limbe vu de face (Gross. 487).

Fig. 28. — A. et B., épiderme inférieur du limbe vu de face. C., une portion du même épiderme en section transversale, avec un stomate *Stom.* (Gross. 487).

Fig. 29. — Portion terminale d'une foliole, vue par la face supérieure et légèrement grossie, montrant en *gl. gl.* les petites glandes de l'extrémité des nervures latérales.

Fig. 30. — Coupe transversale d'un des petits appareils figurés en *gl.* (fig. 29) (Gross. environ 38 diamètres).

Fig. 31. — Coupe transversale du péricarpe, *A*, *B*, *C*, les trois régions caractéristiques de ce dernier ; *f*, *f*, *f*, faisceaux fibro-vasculaire (Gross. environ 10 diamètres).

Fig. 32. — Épiderme du fruit et premières assises de la zone A, en coupe transversale (Gross. 180).

Fig. 33. — Épiderme du fruit avec un stomate, vus de face (Gross. 400).

Fig. 34. — Le même épiderme avec stomate, en coupe transversale (Gross. 400).

Fig. 35. — Parenchyme lacuneux à cellules étoilées du mésocarpe (Gross. 180).

Fig. 36. — Portion d'un des faisceaux fibro-vasculaires du mésocarpe (Gross. 180).

Fig. 37. — Une cellule de la zone A avec amidon (Gross. 400).

Fig. 38. — Coupe transversale de la zone C. (noyau). (Gross. 400).

ÉTUDE DU PÉRICARPE

DU

Raphia pedunculata PALISOT DE BEAUVOIS *de Madagascar*, *au point de vue botanique et chimique*

(Nouvelle source de matière grasse),

Par MM. DECROCK et FR. SCHLAGDENHAUFFEN.

Les indigènes de la côte Nord-Ouest de Madagascar utilisent, paraît-il, le fruit du *Raphia pedunculata* pour en tirer une matière colorante jaune dont ils se servent pour teindre certaines étoffes. Grâce au zèle éclairé et toujours en éveil de M. Perrier de la Bathie, le très distingué correspondant de Madagascar pour l'Institut colonial de Marseille, et de M. Moriceau, administrateur en chef de la province de Majunga, M. le Docteur Heckel, Directeur fondateur de l'Institut colonial de Marseille, a reçu un lot important de la matière première employée et une provision de fruits complets, à différents degrés de développement.

Il s'agissait de faire l'étude botanique et l'étude chimique de ces matériaux. M. Heckel nous a fait l'honneur de nous confier ce travail; qu'il nous permette de lui en manifester toute notre reconnaissance.

L'étude chimique a été faite par M. Schlagdenhauffen, Directeur honoraire de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy et l'étude botanique par M. Decrock, maître de Conférences de Botanique à la faculté des Sciences de Marseille.

PREMIÈRE PARTIE. — ÉTUDE BOTANIQUE.

Caractères morphologiques du genre Raphia. — Nous croyons utile de rappeler ici les caractères morphologiques du genre Raphia. Les Raphia sont de grands Palmiers à tige cylindrique, annelée, portant au sommet un bouquet de feuilles équipennatiséquées, et très longues. Les inflorescences, insérées au sommet de la tige, peuvent atteindre plusieurs mètres de longueur et sont pendantes. Leur ramification, très serrée, est extrêmement abondante. Les fleurs complètement embrassées par leurs bractées, sont femelles à la base de l'inflorescence, mâles ou hermaphrodites vers le sommet. Les pétales lancéolés dépassent longuement le calice tubuleux. L'androcée comprend de 6 à 15 étamines. Le pistil, ovoïde dans la région ovarienne, est terminé par un style court. Chacune des trois loges de l'ovaire renferme un ovule anatrope dressé. Le fruit est une baie uniséminée. Le péricarpe parenchymateux dans sa région interne est recouvert d'une véritable cuirasse d'écailles imbriquées régulièrement, à surface lisse, très dure. La graine atteint le volume d'une grosse noix. Son tégument est mince et non lignifié. L'albumen cellulosique, ruminé, très dur, renferme en son centre un embryon horizontal.

D'après l'*Index Kewensis*, le genre Raphia renferme sept espèces (six seulement d'après Drude)[1]. Toutes appartiennent à l'Afrique tropicale. Le *Raphia pedunculata* P. B. (R. Ruffia Mart.) vient à Madagascar, en très grande abondance dans toute la région côtière marécageuse. Les Raphia fournissent toute une série de produits utiles. Toutes les espèces donnent ces ligatures jaunes, souples, minces et très légères, dont l'emploi est si fréquent en horticulture. Le *Raphia tœdigera* est celui qui est le plus exploité, à cause de son aire d'extension très considérable. Ce Palmier est abondant dans les endroits bas et marécageux des forêts de l'Afrique, de l'Asie, et de l'Amérique. Le *Raphia vinifera* est célèbre entre tous, par

1. *In* Engler et Prantl : *Die natürliche Pflanzenfamilien*.

le vin que donne sa sève. De tous les vins de Palmiers, c'est le plus riche en alcool.

Quant au *Raphia pedunculata* P. de B., il pourra fournir d'autres produits utilisables, comme le montrera ce travail. L'Institut colonial de Marseille aura donc, une fois de plus, signalé à l'industrie française une source d'exploitation. Peut-être retrouvera-t-on, dans d'autres espèces, la même source de corps gras.

I

Caractères microscopiques des squames. — Le produit utilisé par les Malgaches, tel que nous avons pu l'étudier, se présente sous forme de squames plus ou moins tordues ou incurvées sous l'action de la dessiccation. Vues en masse, elles présentent nne couleur jaune orangé, due surtout à la coloration du côté convexe ou externe des squames. Leur face interne ou concave, d'un jaune moins foncé, est parcourue de stries rectilignes, courtes, jaune brun, plus ou moins parallèles dans le sens de la plus grande longueur des squames. On y remarque aussi, parfois, une ou deux nervures longitudinales.

D'après M. Perrier de la Bathie, un pied de *Raphia pedunculata* fournit en moyenne trois kilogrammes de squames desséchées à l'air. D'après des pesées que nous avons faites, le poids d'un décimètre cube de squames en masse non comprimée serait d'environ 160 grammes. Ce chiffre n'est qu'une approximation, le poids d'un volume déterminé variant essentiellement avec la compression et le tassement que l'on fait subir au pro luit. Nous estimons qu'au point de vue du transport commercial, on pourrait arriver par des moyens mécaniques à obtenir un chiffre beaucoup plus élevé. Nous avons déterminé la densité des squames par la méthode du flacon et obtenu le chiffre 1,15. Aux caractères macroscopiques, ajoutons que ces squames présentent une odeur agréable, comparable à celle des feuilles de Thé, ayant quelque analogie également avec l'odeur de Figues. Cela nous a déterminé à tenter de faire une infusion de squames et d'expérimenter sa valeur comme boisson. Le résultat nous a paru satisfaisant.

L'indigène, le colon, le soldat pourraient utiliser ces squames pour en faire une boisson qui ne nécessiterait pas l'emploi du sucre, étant donné la richesse des squames en glucose.

Histologie des squames. — Les coupes ont été orientées par rapport aux saillies ou stries longitudinales que présente la face concave des squames, en admettant *à priori* que leur direction est parallèle à l'axe du fruit. Des coupes transversales montrent déjà à l'œil nu la présence de deux couches d'épaisseur et de couleurs différentes. La plus épaisse est uniformément colorée en jaune clair ; après macération dans l'eau, elle atteint 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Nous pouvons l'appeler la couche externe, au moins provisoirement, puisqu'elle occupe le côté externe ou convexe des squames. La plus mince, qui atteint 1 à 2 millimètres d'épaisseur, est presque incolore et transparente avec une série de taches brunâtres vers son bord libre. C'est la couche interne.

1° *Couche externe*. — Le tissu qui la constitue est formé en grande partie de cellules étirées dans le sens tangentiel (comme le montre la figure 1) courtes et isodiamétriques dans le sens longitudinal. Ce tissu est très méatique, et les cellules sont d'autant plus lâchement unies qu'on s'approche davantage du bord libre, région où les méats deviennent de véritables lacunes.

Cette disposition anatomique jointe à la gélification facile de la couche mitoyenne des membranes explique la dissociation des éléments du tissu externe et par suite le dépôt abondant que l'on observe dans les flacons où l'on fait macérer les squames. La remarque que nous venons de faire pourrait avoir un intérêt pratique, si l'on avait à extraire le contenu cellulaire par macération ou par trituration.

La membrane est épaisse et pourvue de ponctuations. Elle répond aux réactions de la cellulose. L'eau iodo-iodurée révèle une mince couche de protoplasme pariétal entourant une cavité cellulaire remplie de globules sphériques ou d'amas irréguliers d'une substance qui a l'aspect et les réactions ordinaires des matières grasses et qui est colorée en jaune paille par un lipochrome. Les globules sont uniformément imprégnées de ce lipochrome.

On peut juger approximativement de l'abondance relative des globules gras en examinant la figure 1 où nous les avons

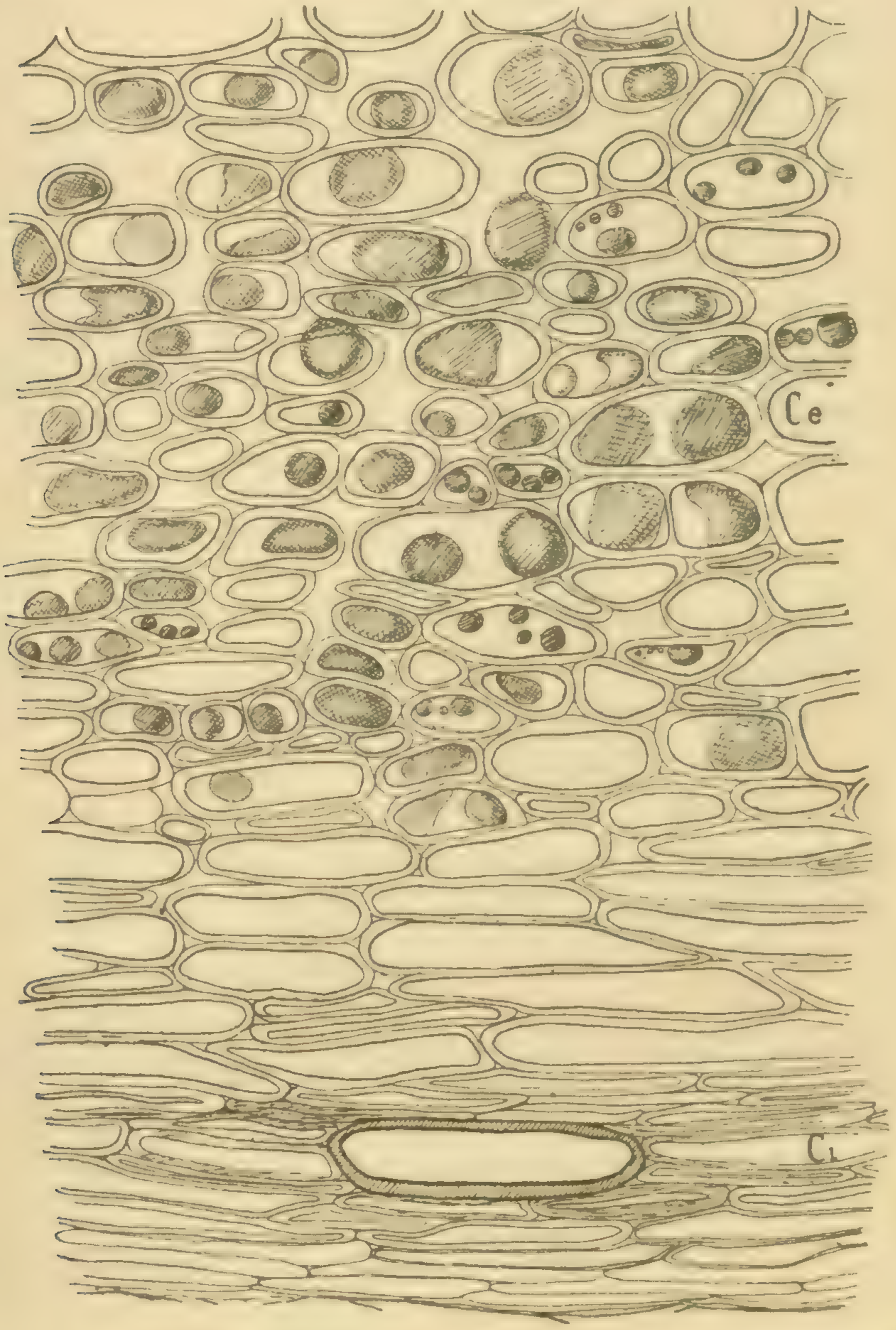


FIG. 1. — Coupe transversale d'une squame à la conjonction de la couche externe *Ce* et de la couche interne *Ci*.

dessinés à la chambre claire et soulignés de hâchures. On lira dans la partie chimique de ce mémoire la nature et les proportions des matières grasses définies qui entrent dans la composition des globules.

Ces matières grasses semblent ne pas devoir rancir. Depuis plus d'un an les squames conservées à l'abri de l'humidité gardent leur parfum, et les produits isolés par notre éminent collaborateur, M. Schlagdenhauffen, ont encore conservé toute leur pureté.

La glucose est uniformément répartie dans toute l'épaisseur de la couche ainsi qu'on peut le constater aisément par la liqueur de Fehling. Dans un premier essai de localisation, nous avons laissé séjourner un fragment de squame pendant 24 heures dans le réactif ; dans un deuxième essai, nous avons jeté le fragment sec dans le réactif bouillant en l'y maintenant suffisamment longtemps pour que la pénétration fût complète. Des coupes faites dans ces fragments ont constamment montré la répartition de la glucose dans toute la masse. Accidentellement nous avons remarqué des bandes suivant lesquelles la précipitation de l'oxydule de cuivre s'était faite avec plus d'abondance.

En opérant avec les mêmes procédés, sur des coupes, nous avons obtenu les mêmes résultats.

Est-ce à dire qu'il y ait absence complète de localisation ? Nous ne pouvons l'admettre que provisoirement. Pendant la desquamation et après, il peut se faire que le suc cellulaire plus particulièrement glucosé dans telle région ait diffusé dans toute la masse.

En tous cas, la glucose communique une saveur sucrée à l'infusion de squames, et la boisson que l'on en ferait pourrait être appréciée du colon ou du soldat comme nous l'avons fait remarquer précédemment.

Dans le tissu fondamental oléifère et glucosé que nous venons d'étudier il y a de nombreux faisceaux libéro-ligneux disposés sur plusieurs plans et abondamment ramifiés. Ils sont très larges dans le sens tangentiel et présentent une section plus ou moins elliptique. Le massif ligneux est généralement orienté, le pôle vers la surface concave. Le massif libérien normal est tourné vers l'extérieur. Vers la pointe du bois, il y a une série d'éléments allongés, étroits, que je considérerais volontiers comme du liber interne, si je ne crai-

gnais d'aller à l'encontre des idées classiques. Les matières albuminoïdes y sont aussi abondantes que dans le liber externe. En tous cas, ces éléments sont l'équivalent de ce que l'on désigne sous le nom de zone périmédullaire dans la tige des Dicotylédones. Nous discuterons ailleurs la physiologie de ces éléments.

Autour du faisceau il y a l'indication d'une gaîne mécanique partielle à éléments faiblement lignifiés.

2° *Couche interne*. — Les cellules qui constituent cette couche sont beaucoup plus volumineuses que celles de la couche externe. Il en résulte un contraste frappant entre ces deux zones. Leur forme est plus ou moins cylindrique. Leur grand axe est orienté en général dans une direction parallèle à la striation que présente la face concave des squames. Elles paraissent vides de contenu cellulaire figuré, sauf tout à fait vers la surface interne où le tissu prend, en certains points, une coloration d'un noir brunâtre due à l'imprégnation des membranes par un tannin. Au centre des massifs cellulaires ainsi colorés, qui correspondent aux stries brunes de la surface, se trouve une série verticale de cellules très grandes à parois épaissies et lignifiées. Certaines squames présentent à leur face interne une nervure saillante, ramifiée parfois et qui se détache très facilement. On y trouve un volumineux massif libéro-ligneux.

Reste à étudier le fruit et à déterminer la région qui fournit les squames. Ce sera l'objet du second paragraphe.

II

Anatomie du Péricarpe.

La morphologie extérieure de ce fruit est trop bien connue pour que nous en donnions une description, disons simplement que ce fruit est ovoïde-pyriforme, inséré directement sur l'axe et pourvu d'une pointe mousse à son extrémité supérieure. Suivant son grand axe il mesure en moyenne 6 à 7 centimètres de longueur, son diamètre maximun est d'environ 5 centimètres.

L'épaisseur du péricarpe frais atteint de 5 à 7 millimètres, 4 au maximun si le fruit est sec.

Les botanistes descripteurs font du fruit des Raphia une baie. C'est plutôt un akène ou tout au moins un type intermédiaire entre ces deux catégories de fruits.

Le péricarpe comprend une couche externe très dure, véritable carapace que nous désignerons sous le nom d'épicarpe et une couche interne parenchymateuse : l'endocarpe. La figure 2 représente le schema d'une coupe longitudinale du péricarpe.

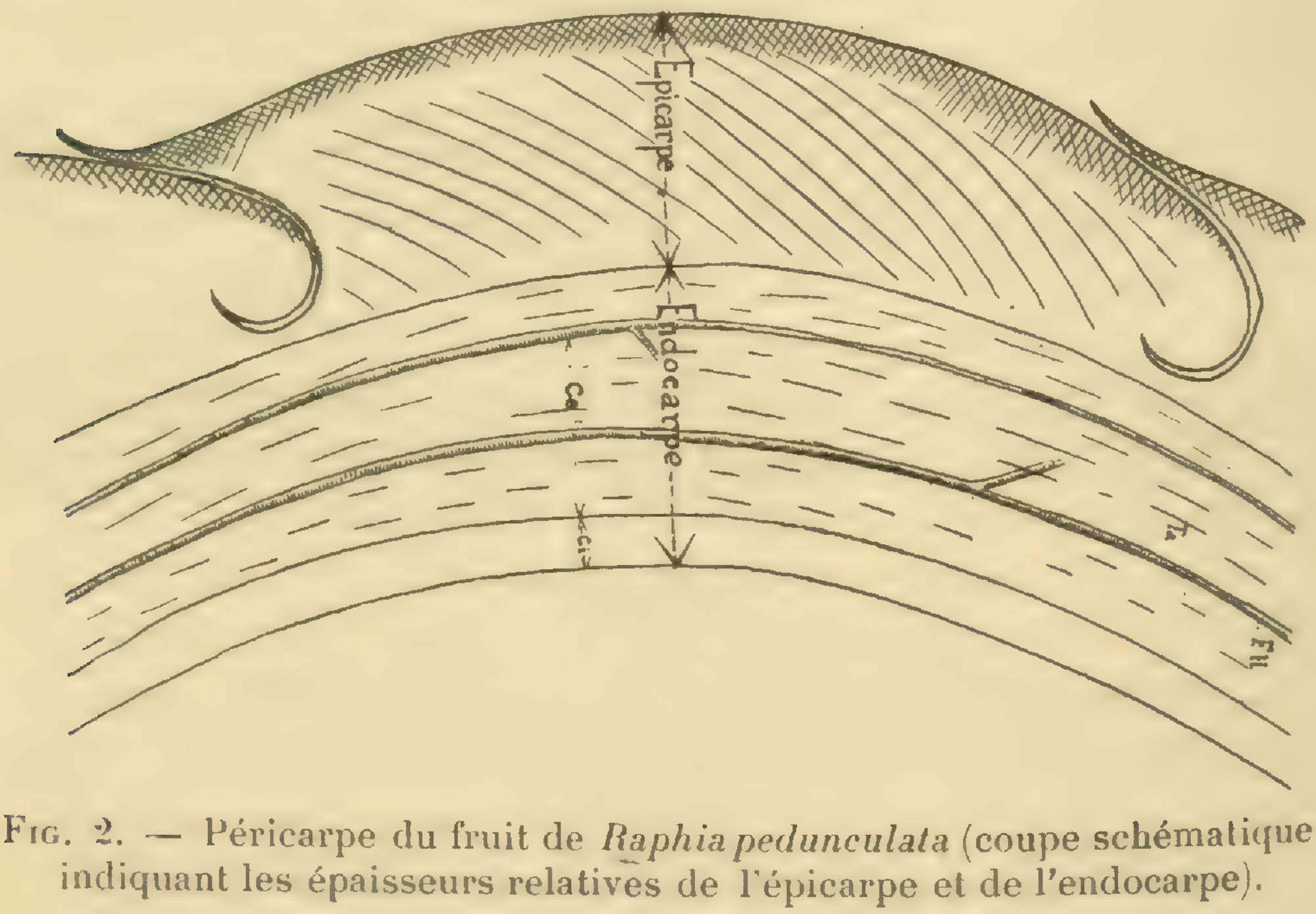


Fig. 2. — Péricarpe du fruit de *Raphia pedunculata* (coupe schématique indiquant les épaisseurs relatives de l'épicarpe et de l'endocarpe).

Épicarpe. — L'épicarpe est constitué par l'ensemble des écailles juxtaposées en séries verticales régulières. Étant donné leur forme losangique ces écailles s'emboîtent latéralement de manière à ne pas laisser de solution de continuité. Chacune d'elles détachée du parenchyme sous-jacent présente à considérer deux faces, 4 bords, 4 angles. La face externe est convexe avec un sillon dirigé suivant la diagonale verticale, sillon profond vers l'angle supérieur[1], allant en s'atténuant vers l'angle supé-

1. Nous décrivons le fruit dans sa position théorique, la pointe libre ou sommet tournée vers le haut.

rieur. La surface est lisse, très dure, de couleur jaune tendant vers le brun-rouge.

La face interne, concave est continue avec l'endocarpe.

L'angle supérieur est échancré, les deux angles latéraux aigus, l'angle inférieur arrondi, légèrement frangé et relevé en s'appliquant sur l'écaille qui vient en-dessous.

Les deux bords inférieurs sont creusés d'un sillon régulièrement concave, la section transversale de ce sillon a la forme d'un U dont la branche externe est beaucoup plus grande que la branche interne. Les deux bords supérieurs sont arrondis et convexes, ils viennent s'emboiter dans les sillons des bords inférieurs de l'écaille qui vient au-dessus.

Au point de vue anatomique on peut distinguer deux couches dans l'épicarpe : 1° Une couche superficielle très dure formée par l'épiderme et plusieurs assises du tissu fondamental sous-jacent. Comme le montre la figure 3, les éléments constitutifs de cette couche sont de véritables sclérites canaliculés, *Scl.*, dont la cavité renferme très souvent une substance tannoïde, exemple rare de sclérenchyme tannifère ; 2° une couche de tissu fondamental lignifié dont les cellules présentent une disposition très régulière. Sur une coupe transversale, les cellules qui correspondent à la région médiane située en regard du sillon de la face externe sont disposées en files radiales et tangentielles. De part et d'autre de cette bande, les files cellulaires décrivent des courbes à concavité externe et qui toutes se dirigent vers les bords et vers l'angle inférieur de l'écaille.

L'épaississement des parois et leur lignification diminue graduellement à mesure qu'on s'éloigne de la surface externe. La figure 3 qui représente une coupe longitudinale de la région superficielle et la figure 4 qui représente la région sous-jacente rendent compte de ce caractère et aussi de la distribution du tissu tannifère.

Les cellules les plus internes de l'épicarpe deviennent extrêmement volumineuses sauf sur tout le pourtour de l'écaille, et il y a aussi une séparation très nette entre l'épicarpe qui finit avec des cellules très grandes et l'endocarpe qui commence avec des cellules beaucoup plus petites et dont les files cellulaires

Fig. 3. — Section longitudinale de l'épicarpe dans sa partie périphérique.
Scl, Sclérenchyme périphérique.
Ta, Cellules en files tannifères.

ont une direction très différente de celle de l'épicarpe. Le dessin d'ensemble de l'écaille vue en coupe longitudinale montre la direction des files tannifères dans l'épicarpe et l'endocarpe.

Endocarpe. — En examinant une coupe transversale on est immédiatement frappé de la similitude que présente cette partie du fruit avec celle que nous donne une coupe des squames, étudiées plus haut. Un examen approfondi nous a montré que cette détermination s'impose. On trouve en effet dans l'endo-

Fig. 4. — Section longitudinale de l'épicarpe dans sa région moyenne. Les hachures indiquent les cellules tannifères disposées en files.

carpe deux couches : une couche parenchymateuse externe riche en matières grasses qui vient immédiatement sous l'épicarpe, et une couche interne, sans matières grasses.

Couche externe. — Les cellules de la couche externe sont allongées dans le sens tangentiel et laissent entre elles des méats.

En coupe longitudinale, leur section est plus ou moins arrondie et elles sont disposées en files longitudinales régulières.

Les parois sont épaisses, ponctuées et cellulosiques, ce qui établit un contraste frappant entre l'épiderme qui est presque complètement lignifié, et l'endocarpe qui ne l'est pas du tout.

Les matières grasses contenues dans les cellules de ce tissu nous ont paru moins abondantes ici que dans les squames. Leur coloration par une substance jaune y est beaucoup moins marquée. Elles ne s'y présentent que sous forme de petites granulations brillantes, encore incluses dans le protoplasme pariétal, et non réunies en masses volumineuses comme dans les squames.

La couche externe de l'endocarpe renferme de nombreux faisceaux libéro-ligneux normalement orientés. Dans les anastomoses, ou dans les branches qui, d'un faisceau externe vont à un faisceau plus interne, le bois et le liber sont tangentiellement placés.

Couche interne. — La couche interne correspond au tissu écrasé de la face interne des squames. Les cellules y sont extrêmement volumineuses, très allongées dans le sens vertical, à direction quelquefois oblique allant, par exemple, de l'épiderme interne vers la couche externe de l'endocarpe. Nous n'avons pas observé de sclérites bien différenciées dans ce parenchyme interne. Les fruits étaient peut-être trop jeunes, ou bien l'identité d'origine des deux catégories de matériaux qui nous étaient fournis n'est pas absolue.

A la face interne du péricarpe, trois nervures font saillie : une nervure médiane et deux nervures larérales qui se ramifient à mi-hauteur en nervures encore saillantes, les plus externes venant s'anastomoser avec les deux nervures latérales qui ne se ramifient pas.

L'espace limité par ce groupe de trois nervures principales correspond à un peu plus d'une moitié de la surface interne du péricarpe, de telle sorte que l'autre moitié présente une surface unie.

Ce mode particulier de la nervation de l'endocarpe, nervation qui est en réalité à symétrie bilatérale et non axile, nous paraît en relation avec le développement d'un seul ovule dans le fruit.

C'est sur le parcours de la nervure médiane et tout à fait vers le bas que s'insère la graine.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE BOTANIQUE

I. — Squames

1° Les squames envoyées à l'Institut Colonial de Marseille, et provenant du fruit du *Raphia pedunculata*, correspondent à l'endocarpe de ce fruit.

2° Les substances grasses sont localisées dans la couche externe des squames.

3° Ces substances grasses sont colorées en jaune d'or par une matière colorante qui les imprègne uniformément.

4° Toutes les cellules, aussi bien de la couche externe que de la couche interne des squames, sont riches en glucose.

II. — Péricarpe

Le fruit du *Raphia pedunculata* présente une paroi dont la structure peut se résumer de la manière suivante :

1° Un épicarpe formé par la juxtaposition d'écailles losangiques dont la couche superficielle est fortement sclérifiée, la couche interne est formée par un tissu fondamental lignifié, riche en cellules tannifères.

Les cellules tannifères sont disposées en files très régulièrement orientées.

2° Un endocarpe riche en matières grasses et en glucose.

Il comprend deux couches : l'externe, cellulosique, occupe la plus grande épaisseur (3 millimètres). La matière grasse y est exclusivement localisée. De nombreux faisceaux libéro-ligneux, distribués sur plusieurs plans, la parcourent dans le sens longitudinal.

Les cellules tannifères sont groupées en files longitudinales beaucoup moins abondantes que dans l'épicarpe.

La couche interne est formée de cellules pour la plupart très volumineuses, allongées en général dans le sens de l'axe, suivant quelquefois une direction plus ou moins oblique.

Ajoutons en terminant qu'il serait intéressant d'essayer l'utilisation des résidus de la desquamation comme matière tannante, ces résidus constitués par les écailles étant très riches en tannin.

DEUXIÈME PARTIE. — CHIMIE.

La squame pulvérisée est traitée successivement par l'éther de pétrole et l'alcool dans un appareil à extraction continue, pendant un temps déterminé, jusqu'à ce que les liquides de chacun des deux traitements soient entièrement décolorés. On fait bouillir ensuite dans l'eau le produit préalablement desséché ; on filtre la solution aqueuse ; on met le résidu à l'étuve à 110° et l'on incinère. Chaque opération est suivie d'une pesée dont l'ensemble permet d'arriver à la composition des principes contenus dans l'organe.

Extraction à l'éther de pétrole. — Quand on traite la poudre par l'éther de pétrole à froid, on obtient un liquide d'un beau jaune d'or. Si l'opération est faite à chaud, il fonce en couleur, devient orange et finalement rouge. La liqueur pétroléique conserve cette belle nuance dans l'obscurité, mais exposée à la lumière, elle se décolore lentement. Au fur et à mesure qu'on la concentre, on voit se former de petites aiguilles cristalines qui, exprimées entre des doubles de papier buvard, peuvent être privées complètement de la matière colorante. Pour obtenir un produit pur, absolument exempt de jaune, il est indispensable de soumettre les cristaux à l'action de l'alcool bouillant et de surveiller la cristallisation jusqu'au moment où le dépôt, d'abord blanc de neige, commence à se souiller du principe jaune. En reprenant cette opération à plusieurs reprises, on finit par obtenir des cristaux parfaitement blancs dont la solution alcoolique est incolore.

Le produit ainsi préparé est fusible à 61°. Il est constitué par un mélange d'acides stéarique et palmitique dans la proportion de 75 % du premier, pour 25 du second. Son point de solidification est de 58°. En consultant la table des mélanges d'acides gras établie par Heintz, on ne peut manquer de reconnaître entre les nombres fournis par nos essais et ceux de l'auteur une identité parfaite. En les comparant à ceux d'un mélange d'acide palmitique et d'acide myristique dans les proportions de :

100 du premier et 0 du second avec F = 62° et S = 56°,3
90 — 10 — F = 60° S = 55°,7

on voit que, pour un point de fusion de 61° intermédiaire entre les deux précédents, la proportion des deux acides serait de 95 du premier pour 5 du second, mais le point de solidification serait de 56°. Or comme celui de notre mélange est de 58° et que, de plus, le produit est formé de fines aiguilles cristallines et non d'écailles, nous pouvons admettre, sans crainte d'être démentis, qu'il s'agit ici d'un mélange d'acides stéarique et palmitique dans les proportions indiquées plus haut. Quand, après avoir privé le liquide pétroléique de ses cristaux, on le concentre de plus en plus et qu'on l'expose au repos pendant plusieurs semaines, le produit restant s'épaissit jusqu'à consistance huileuse. Cette huile est jaune paille, limpide à la température de 15°, mais se trouble au froid à la façon de l'huile d'olive ou d'autres huiles similaires. Si, au lieu d'enlever les cristaux blancs dont nous venons de parler, on concentre la solution pétroléique, depuis le moment où elle sort de l'extracteur jusqu'à disparition du véhicule, on obtient un extrait mou renfermant à la fois le mélange d'acide stéarique et palmitique et l'huile dont il vient d'être question. Ce produit est mou à la température ordinaire. Placé sur du papier buvard dans le but d'obtenir finalenent des cristaux aiguillés d'acide stéarique, on constate, au bout de quelques jours, que la totalité de la matière a disparu, et a été absorbée par le buvard. Ce mode opératoire ne peut donc pas convenir pour préparer le mélange des deux acides libres

dont il vient d'être question. La saponification des corps gras de l'extrait pétroléique ne s'effectue pas sans difficulté ; il importe d'ajouter de l'alcool, pour arriver plus rapidement au résultat. Le savon ainsi formé, traité par l'acide chlorhydrique, fournit un produit pâteux, facile à laver, surtout à la température du bain-marie. Il est composé d'acides oléique et stéarique.

Extraction à l'alcool. — Si, au lieu de traiter la matière dès le début par de l'éther de pétrole, on se sert d'alcool à 90° ou 95°, on obtient un liquide jaune d'abord, puis orange et rouge comme dans le cas précédent. La solution, abandonnée au repos pendant un jour ou deux, laisse déposer une masse orange, d'aspect cristalline, de laquelle on peut retirer les mêmes acides stéarique et palmitique comme dans l'épuisement par l'éther de pétrole. La purification du mélange n'est pas aisée parce que la matière colorante se fixe avec persistance sur les cristaux au fur et à mesure qu'on croit les avoir obtenus parfaitement blancs. Il est donc nécessaire de revenir un grand nombre de fois sur cette opération.

Après filtration du dépôt des corps gras solides et concentration du liquide alcoolique, la masse prend un aspect sirupeux, au fur et à mesure que l'évaporation touche à sa fin. En ajoutant de l'eau à cet extrait, il se sépare une nouvelle quantité de matière grasse, et l'on obtient, en filtrant, une solution qui précipite abondamment par la liqueur cupropotassique. En même temps que le sucre, on trouve dans la solution aqueuse de cet extrait alcoolique, des matières azotées, dont l'étude détaillée n'a pas été faite.

Une extraction nouvelle à l'alcool a été effectuée avec le résidu desséché de l'épuisement de la matière provenant de l'extrait au pétrole. Ici encore la solution alcoolique, obtenue dès le début, est d'abord jaune, puis orange mais ne passe point au rouge. Par suite de sa concentration, la liqueur conserve sa couleur orange foncée. Repris par l'eau, cet extrait ne dépose plus de matière grasse comme le précédent et semble se dissoudre complètement à l'exception d'un faible dépôt de matière résineuse, dont la couleur claire tranche

nettement sur la teinte foncée de la liqueur. C'est dans la solution aqueuse qu'il est aisé de déceler la présence du glucose. Quand on fait bouillir le liquide avec de l'acide chlorhydrique en quantité suffisante, et qu'on le traite ultérieurement par la solution cuivrique, on constate une augmentation dans la quantité de glucose produit, ce qui indique évidemment la présence de saccharose existant primitivement dans l'extrait.

Le poids des sels fixes de l'extrait alcoolique est de 1, 47 %. Les cendres sont alcalines, fusibles et bleu verdâtres.

Extraction à l'eau. — Le résidu de l'opération précédente est traité par l'eau bouillante. Le liquide filtré est concentré d'abord à feu nu, puis au bain-marie et finalement desséché à l'étuve à 110°. Il est composé à peu près uniquement de gomme, et renferme 2.596 de cendres alcalines.

Incinération. — A la suite de toutes ces opérations, on incinère la matière qui reste. La différence entre la matière sèche et le résidu fixe, constitue le poids du mélange de cellulose et de ligneux. Les cendres sont brun foncé. Traitées par l'eau, elles ne bleuissent pas comme celles de l'extrait alcoolique, ne renferment par conséquent pas, comme ces dernières, du manganate de soude, mais traitées par l'acide chlorhydrique, elles fournissent un dégagement de chlore qui indique la présence d'une certaine quantité d'oxyde et surtout de bioxyde de manganèse. Elles renferment également du fer et de la chaux sous forme de sulfates, carbonates et phosphates.

L'ensemble de ces opérations nous permet de déterminer comme suit, *la composition des principes contenus dans les squames du* Raphia pedunculata [1].

1. Au dernier moment et après mise en page, je relève en un travail paru sous les initiales H. P., dans la *Revue de Madagascar* (10 octobre 1905, n° 10, 7e année, page 312), les renseignements suivants au sujet du produit du *Raphia Malgache* ci-dessus étudié. Cet article est intitulé l'*Alimentation des Sakalaves* : « Les pulpes des fruits

1. *Extraction à l'éther de pétrole*.....	14,12	Acides gras et corps gras..	a. palmitique.	3,13
			a. stéarique..	10,59
		Glucose.....		4,20
		Saccharose.....		1,20
2. *Extraction à l'alcool.*	10,27	Matières extract., non déterminées.....		4,17
		Matière résineuse....		0,60
		Gomme et mat. colorante..		12.154
3. *Extraction à l'eau*....	14,75	Cendres bleu-vertes..... (ni tanin ni mat. azotées).		2,596
4. *Incinération*.....	4,885	Cendres brunes non fusibles.		
5. *Différence et pertes* ..	55,975	Cellulose et ligneux.		
	100,000			

« de Raphia désignées par les noms sakalaves de *Voanpiso* et de « *Moranda*, sont aussi, grâce à la matière grasse qu'elles contiennent, « **un des meilleurs aliments que produit le pays.** »

E. Heckel.

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE ET ÉTUDE ANATOMIQUE

DE

LA LARVE D'IO IRENE

Chenille sericigène de la Guyane Française,

Par M. L. BORDAS,

Docteur ès sciences naturelles, Docteur en médecine,
Maître de conférences à la Faculté des sciences de Rennes.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

La structure histologique et la morphologie des **glandes sericigènes** du *Bombyx mori* sont actuellement bien connues grâce aux travaux de Helm (1876 , de L. Blanc (1890), de G. Gilson (1890), etc., et on pourrait en déduire, par analogie, que les mêmes organes présentent, chez les autres larves de Lépidoptères, des dispositions à peu près identiques. Rien n'est moins vrai cependant, car on trouve dans l'anatomie de ces organes, dans la structure des glandes accessoires, etc., des modifications variables d'un genre à l'autre, ainsi que nous l'ont prouvé les nombreuses recherches que nous avons faites sur ce sujet.

Après le genre *Sericaria mori* ou Ver à soie ordinaire, un grand nombre d'espèces exotiques produisent une soie de qualité inférieure utilisée parfois dans certains pays. Parmi ces espèces, nous pouvons citer les *Theophila* (Bombycides) de la Chine et de l'Inde et les *Borocera* (Bombycides) vivant à Madagascar sur divers végétaux, les *Antherea*, etc... Ces derniers, importants au point de vue industriel, comprennent, comme

types principaux, les *Antherea yama-maï* du Japon, les *Antherea Pernyi* de la Chine, les *Antherea Mylitta* ou vers de Tussah de l'Inde etc... D'autres espèces, comme les *Attacus*, les *Philosamia*, les *Cricula*, etc., sont toujours polyphages.

La larve d'*Io Irene*, qui fait l'objet de notre étude actuelle, appartient à un Lépidoptère sériciène vivant dans l'Amérique du Sud, dans les Guyanes, le Nord du Brésil, etc. Plusieurs échantillons de cette espèce, provenant de Saint-Laurent (Guyane française), nous ont été, à maintes reprises, très obligeamment envoyés par M. le Dr Heckel, professeur à la Faculté des Sciences et Directeur de l'Institut colonial de Marseille. Nous devons aussi de nombreux renseignements et la détermination de nos chenilles au savant lépidoptériste de Rennes, M. Ch. Oberthür, qui nous a fait également visiter, plusieurs fois, sa merveilleuse collection de Lépidoptères, une des plus riches et des plus complètes du monde, tant en espèces européennes qu'exotiques.

Aussi, sommes-nous heureux d'adresser à M. le professeur Heckel et à M. Ch. Oberthür nos bien sincères remerciements.

DESCRIPTION DE LA CHENILLE

La chenille que nous étudions actuellement est très voisine des deux espèces suivantes décrites par Stoll [1], d'après Cramer :

1° De la **Phal.** *Attac.* **Liberia.**

La tête et le corps de cette espèce sont, dit Stoll, de couleur verte. Les mâchoires, de même que les quatre pattes aux premiers anneaux et les huit pattes intermédiaires sont jaunes. L'extrémité de l'abdomen est brune, avec deux raies jaunes et des pointillés de la même couleur, et avec deux petites touffes d'un poil menu jaune brunâtre. Sur chaque anneau du corps,

1. Supplément à l'ouvrage intitulé : *Les papillons exotiques des trois parties du monde*, l'Asie, l'Afrique et l'Amérique, par Pierre Cramer, contenant les figures exactes des chenilles et des chrysalides de Surinname, etc.... rassemblées et décrites par *Caspar Stoll*. — *Amsterdam*, 1791.

sont placées trois épines vertes, hérissées, qui sont couvertes d'un poil de la même couleur. Sur les côtés, on voit encore, excepté sur le 2e, le 3e et le 12e anneau, une tache jaune, presque ronde et cinq taches semblables oblongues, plus en dessous du ventre.

On trouve cette chenille sur les arbres de citron ; et, lorsque le temps du dernier changement de peau s'approche, elle se tisse une toile plate, angulaire et transparente d'un poil jaune brunâtre et se transforme en chrysalidebrune qui produit, dans neuf ou dix jours, la Phalène œil de Paon ou Papillon Atlas.

2° Une autre chenille qui présente, avec celle que nous étudions, les plus étroites analogies est l'**Automeris Irena** ou **Phal.** *Attac.* **Irena** de Stoll.

Cette chenille, jaune verdâtre, est garnie d'un poil long, vert, épineux. Elle se trouve pareillement, comme la précédente, à Suriname et vit sur les arbres de Grenade. Ordinairement, elle couvre sa coque par les feuilles dudit arbre et se transforme en chrysalide noire dont la tête et les anneaux sont pourvus d'un petit poil jaune. En huit jours la Phalène se produit.

Ajoutons que, par l'ensemble de ses caractères, l'espèce que nous étudions est identique à celle figurée par Stoll à la Pl. XX (fig. 2) de son ouvrage, c'est-à-dire à l'*Automeris Irena* ou à l'*Io Irene* de Cramer et Boisduval. En effet, indépendamment des autres caractères similaires, la chenille figurée par Stoll porte, comme notre espèce, à la force dorsale de chaque segment, quatre touffes de poils constituées chacune par une tige axiale sur laquelle sont implantés latéralement des poils cylindriques, rigides et acuminés.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE GENRE IO

En 1875, le Dr Boisduval [1], dans un *Aperçu monographique du genre Io*, l'un des démembrements de la grande famille des

1. Aperçu monographique du genre *Io*, l'un des démembrements de la grande famille des *Saturnides*, Bruxelles, 1875,

Saturnides, a pris pour nom générique le mot *Io*, appliqué antérieurement par deux auteurs à deux espèces différentes, l'une figurée par Cramer (*Phalæna*) et l'autre décrite par Fabricius (*Bombyx*). Boisduval se justifie de son infraction à la règle suivie en Entomologie en disant qu'il a agi ainsi pour éviter toute confusion, et ensuite parce que le nom d'*Io* caractérise beaucoup mieux qu'aucun autre toutes ces espèces dont les ailes inférieures sont ornées en dessus d'un œil discoïdal.

Le genre *Io* de Boisduval correspond à *Phalæna* de Cramer, à *Bombyx* de Fabricius et à *Automeris*, *Gamelia* et *Hyperchiria* de Hubner.

Les *Io* sont partagés par Hubner en trois genres : *Automeris*, *Gamelia* et *Hyperchiria*. Ces genres ont une importance inégale, attendu que *Hyperchiria* ne renferme que deux espèces, tandis que *Automeris* comprend les trois quarts de celles figurées par Cramer. Aussi, ces genres créés par Hubner d'après des espèces qu'il n'avait jamais vues, ont-ils peu d'importance et ne doivent pas demeurer dans la science.

D'après Boisduval, Linné n'a connu aucune espèce du genre *Io*. Mérian en a représenté quatre avec leurs chenilles et Cramer quatorze, originaires de la Guyane hollandaise. Stoll a figuré des chenilles de six espèces provenant des environs de Surinam, Fabricius a décrit cinq espèces ; Hubner et Herrich-Schæffer quatre. Enfin, Felder en a représenté onze provenant de l'Amérique centrale, Latreille une espèce de la Nouvelle-Grenade et Grote une autre des États-Unis.

Voici, encore d'après Boisduval, les principaux caractères du genre *Io*.

1° *Chenilles*. — Cylindriques, munies de bouquets de poils raides ou d'épines garnies de poils rigides, implantés sur des tubercules.

2° *Métamorphoses*. — Dans une coque, entre les feuilles des arbres où les chenilles ont vécu.

3° *Chrysalides*. — Obtuses.

4° *Insectes parfaits*. — Palpes recouverts de poils écailleux, avec le dernier article obtus, squameux. Trompe rudimentaire,

impropre à la nutrition. Antennes des mâles pectinées. Antennes des femelles ciliées. Ailes larges ; les inférieures marquées au centre d'un œil assez grand. Corps robuste.

Les chenilles de ces Lépidoptères, au moins celles sur lesquelles nous avons des renseignements certains, vivent en société, pendant leur jeunesse, sur différents arbres et arbustes. D'après Lacordaire, Lassaux et autres, on ne doit les toucher qu'avec précaution, car les poils dont elles sont hérissées déterminent aux mains des cuissons beaucoup plus douloureuses que celles qu'occasionnent les piqûres d'orties. Elles sont communes et très faciles à élever. Les espèces, quoique nombreuses, sont néanmoins beaucoup plus localisées que celles d'autres Saturnides. Ainsi, celles du Brésil se retrouvent assez rarement à Cayenne et à Suriman. Il en est de même pour celles de la Colombie et du Mexique.

Quoique le genre *Io* soit l'un des plus tranchés de la grande famille des Saturnides, il a néanmoins de grands point de contact avec le genre *Trichone*, ainsi qu'avec les espèces de notre genre *Ariane* et autres espèces propres à l'Amérique équinoxiale, dont les chenilles sont également munies de bouquets de poils raides ou d'épines hispides implantées sur des tubercules.

Comme dans la plupart des *Noctua*, on voit, sur les ailes supérieures des *Io*, une raie transversale en dehors de la base, une marque plus ou moins nette entre le milieu de la côte et l'extrémité de la cellule discoïdale, et toujours une raie ou une ligne oblique partant du milieu du bord interne pour aller se terminer plus ou moins près de la pointe apicale. Dans toutes les espèces, sans exception, il y a, sur le disque des ailes inférieures, un œil arrondi, suivi d'une raie semi-circulaire ; en dessous, les premières ailes offrent un œil correspondant à la marque du dessus. Les secondes ailes, au contraire, n'ont ordinairement qu'un point central correspondant à l'œil de la face opposée.

Les *Io Liberia* ♂ ont les ailes supérieures d'un gris jaunâtre, avec la raie extra-basilaire brunâtre, sinuée, bien indiquée ; la ligne ordinaire brune, courbe de dedans en dehors, se terminant assez loin de la pointe apicale ; au-dessous du milieu de

la côte, une tache transversale brunâtre, ne dépassant pas la nervure médiane La femelle est d'un tiers plus grande ; ses ailes sont d'un brun pâle, avec le même dessin que dans le mâle.

Les ailes inférieures, dit encore Boisduval, sont d'un fauve vif, avec un grand œil largement cerclé de noir, lequel renferme dans son centre trois taches noires, oblongues, bordées de jaune, dont celle du milieu, qui est beaucoup plus grande, est coupée transversalement par une ligne d'un blanc de neige ; en arrière de l'œil, une raie noire festonnée et, derrière celle-ci, une bande étroite d'un brun rougeâtre.

Le dessous des ailes est brunâtre, avec un œil noir pupillé de blanc sur les supérieures et un point blanc sur le disque des intérieures.

Corselet brun ; abdomen d'un fauve vif.

Description de l'espèce *Io Irene* Cramer et Boisduval.

Boisduval donne la description suivante de l'adulte *Io Irene* dont la grosse larve fait l'objet de notre travail.

Les ailes supérieures de l'*Io Irene* mâle sont d'un roux ferrugineux, et d'une teinte roussâtre chez la femelle. La ligne extra-basilaire est peu visible, pointillée de blanc ; la ligne ordinaire est brune, assez éloignée du sommet, bordée en dedans par une série de petits points blancs, un sur chaque nervure ; la marque placée entre la côte et la cellule discoïdale est indiquée par deux rangs de petits points blancs.

Les ailes inférieures sont rousses, d'un fauve ferrugineux chez le mâle, avec un œil noir, assez grand, cerclé de jaune pâle, renfermant dans son centre une espèce de tache bidentée, formée de points jaunâtres et marquée d'un croissant blanc ; en arrière de l'œil, il y a une ligne noire en feston ; le bord extérieur est grisâtre.

Le dessous des ailes est d'un gris roussâtre, avec un œil noir, pupillé de blanc sur les ailes supérieures, et un arc blanc, un peu ocellé, sur les inférieures.

Le corselet est de la couleur des premières ailes. L'abdomen est d'un fauve ferrugineux, avec les articulations noires dans la femelle seulement.

Fig. 1.

Fig. 2.

CHAPITRE PREMIER

Morphologie externe de la larve d'*Io Irene Boisduval*.

Les quelques chenilles d'*Io Irene*[1] que nous avons eues à notre disposition provenaient des environs de Saint-Laurent (Guyane). Elles présentaient une taille colossale et avaient les dimensions suivantes :

Longueur, 10 cm. 4,

Circonférence, 4 cm. 4,

Diamètre, dans la région médiane, 1 cm. 4,

Poids 10 gr. 5, etc...

La teinte de chaque échantillon, au moment de l'examen, différait probablement de sa coloration normale, par suite de son long séjour dans le liquide fixateur (formol) et présentait une teinte jaune pâle à peu près uniforme.

Caractères généraux. — Le corps comprend, après la tête, douze anneaux ou segments dont les trois premiers, porteurs de pattes articulées terminées par un crochet recourbé, correspondent à la région thoracique.

Les neuf anneaux postérieurs sont disposés de la façon suivante : le 4^{e} et le 5^{e} sont apodes, les 6^{e}, 7^{e}, 8^{e} et 9^{e} portent chacun une paire de fausses pattes, le 10^{e} et le 11^{e} sont apodes et le 12^{e} ou dernier porte la 5^{e} paire de fausses pattes ou appendices terminaux recouvrant l'orifice anal.

Les fausses pattes, courtes, cylindriques, trapues, *non articulées*, sont par conséquent comparables aux *parapodes* des Vers. Elles se terminent par une dépression en forme de ventouse, ovalaire, à grand axe antéro-postérieur, bordée d'un bourrelet muni d'une demi-couronne de crochets minces et recourbés en dedans. Ces fausses-pattes sont mobiles et peuvent, en

1. Il paraît que certains indigènes de la Guyane mangent ces chenilles, une fois cuites.

outre, accomplir des mouvements d'allongement et de rétraction.

La Chenille porte 9 paires de stigmates, disposés en forme de fente verticale et placés sur les 1er, 4e, 5e, 6e, 7e, 8e, 9e, 10e et 11e segments De plus, et c'est là un caractère spécifique de la plus haute importance, chaque anneau du corps porte *quatre touffes ou faisceaux sétigères placés dorsalement, entre les deux stigmates*. Ces touffes sont disposées suivant des bandes comprenant deux rangées dorsales et deux latérales. Chaque touffe des alignements latéraux est placée un peu au-dessus du stigmate correspondant. Les soies chitineuses sont implantées d'une façon toute spéciale. Chaque groupe comprend une tige conique de 1 cm. environ de longueur, sur laquelle sont placées circulairement des épines cornées, cylindriques et terminées par une pointe rigide et acérée ; le tout simule la forme d'une brosse à bouteille. Les quatre faisceaux du premier segment sont plus courts que ceux des segments suivants. Au-dessous de chaque stigmate et entre ce dernier et les fausses-pattes, existe pareillement un court faisceau ayant à peu près le cinquième de la hauteur des précédents. Tous ces faisceaux sont disposés, dans chaque segment, **suivant une ligne transversale.**

Les 4e et 5e segments du corps présentent deux paires de faisceaux pilifères accessoires, et la paire la plus interne est située sur l'alignement des fausses pattes. On trouve également, sur chacun des trois premiers anneaux, deux paires de touffes semblables, mais plus hautes que les précédentes. Si l'on considère les alignements transversaux de faisceaux de poils, on constate que les faisceaux accessoires font directement suite aux faisceaux principaux et n'en sont séparés que par les orifices stigmatiques.

Quant à la *tête*, **elle porte, à sa face dorsale :**

1° Deux plaques latérales ou pariétales, limitant, en avant, une plaque triangulaire ou frontale, et 2° deux antennes, en arrière desquelles sont placés les ocelles dont la plupart sont rangés en arc. Les antennes sont également visibles en avant.

Vue de face, la tête présente à considérer :

1° Le *labre* ou lèvre supérieure,

2° Deux puissantes *mandibules*,

3° Deux *mâchoires antérieures* avec leurs palpes maxillaires, et enfin 4° le *labium* ou lèvre inférieure qui porte la *filière* et les deux *palpes labiaux*.

Morphologie des pattes antérieures.

Les *pattes antérieures* ou vraies pattes (appendices d'Arthropodes) sont au nombre de trois paires fixées sur les trois pre-

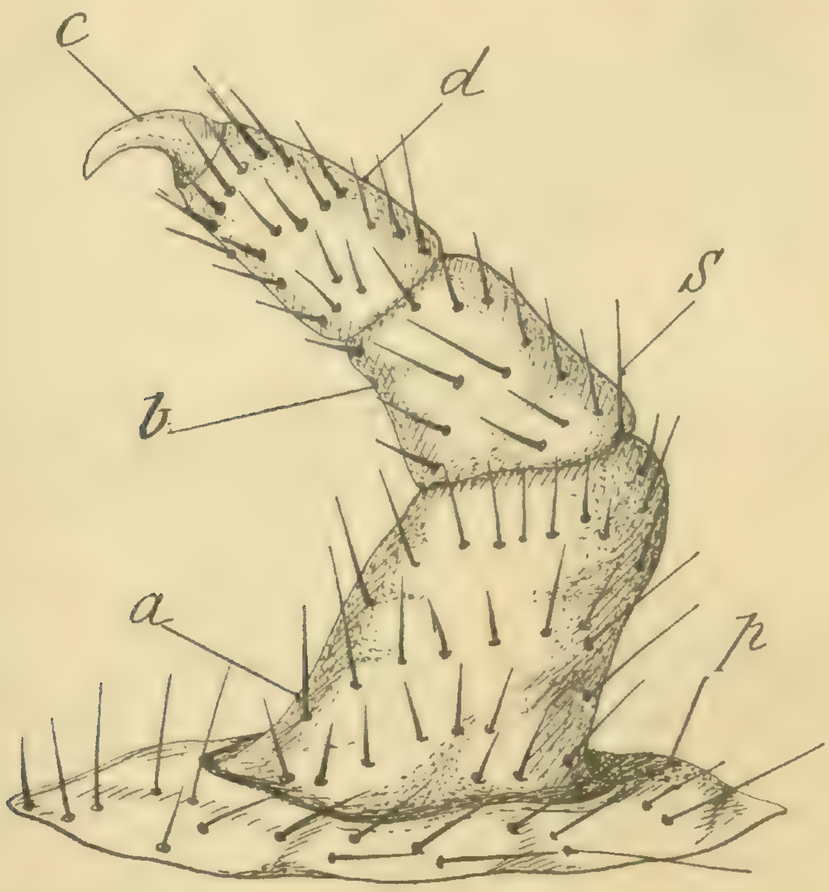


Fig. 1.

miers segments du corps. Elles sont légèrement arquées, pluriarticulées et se terminent par un crochet chitineux recourbé et à extrémité acérée.

Chacun des appendices est formé de quatre articles, y compris le crochet terminal. (V. fig. 1).

L'article basilaire est large, tronconique et s'articule au segment du corps. Le second est plus court que le précédent et fait un angle obtus avec ce dernier. Le troisième est plus étroit que celui qui le précède, presque cylindrique et supporte le crochet terminal. Des soies chitineuses, longues, cylin-

driques et amincies à leur sommet, sont implantées sur les parois des divers segments. Elles sont particulièrement abondantes et allongées vers la base du crochet.

Le crochet est fixé sur la face antérieure du troisième article, par une sole ou extrémité basilaire élargie. Il est chitineux, brun jaunâtre, recourbé en arc et se termine par une pointe dure et acérée. (V. fig. 2).

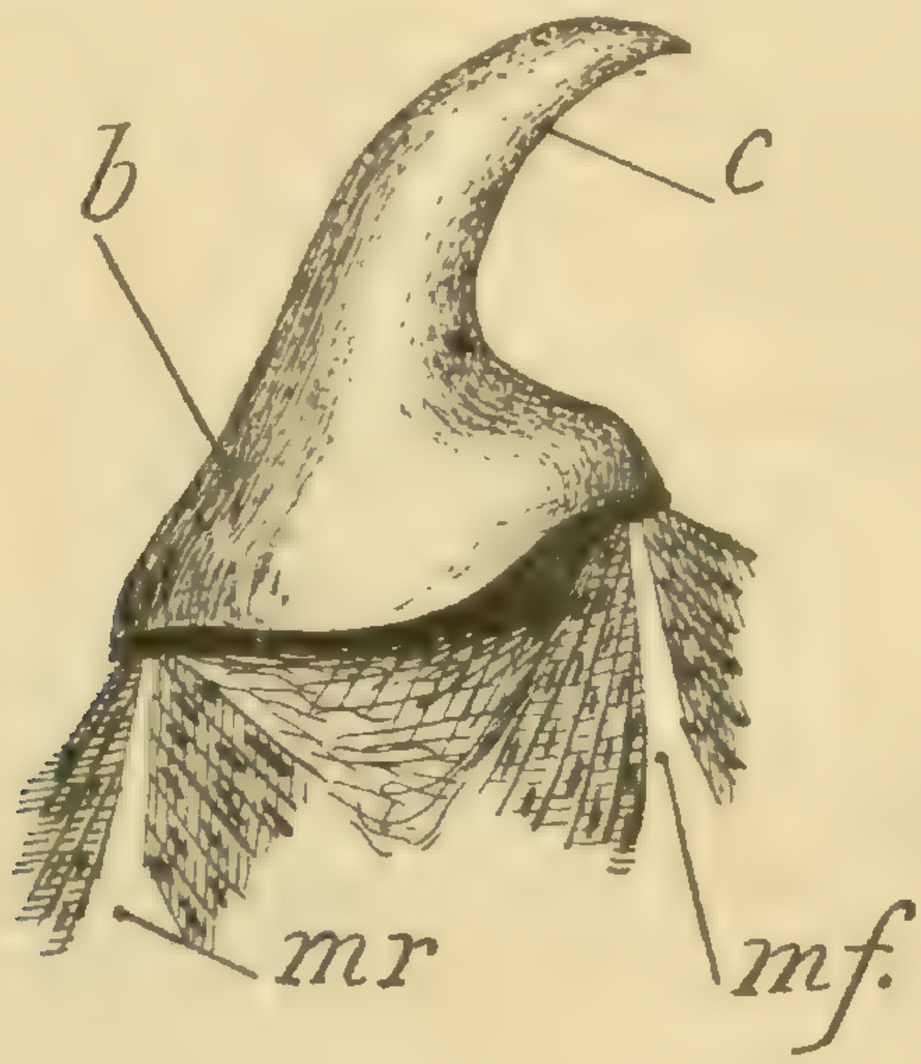


Fig. 2.

Les stigmates (Larve d'*Io Irene* Boisduval).

La chenille que nous étudions porte, ainsi que nous l'avons dit, *neuf paires d'orifices stigmatiques.*

La première paire est située en arrière du premier anneau du corps.

La 2e paire de stigmates est placée sur le 4e segment ; la 3e sur le 5e, la 4e sur le 6e, la 5e sur le 7e, la 6e sur le 8e, la 7e sur la 9e, la 8e sur le 10e et la 9e sur le 11e.

Structure des stigmates. — La structure des stigmates des insectes est connue depuis longtemps. Straus-Dürkheim (1828), Landois et Thelen (1867), Palmén (1877), Hagen (1880), Krancher (1881), Schiödte (1883), Verson (1887), Haase (1887), Carlet (1888), Boas (1893), de Mejere (1895) etc... en ont donné successivement des descriptions plus ou moins complètes et variables suivant les groupes d'insectes. C'est ainsi que, chez

un grand nombre d'Hexapodes (Coléoptères, Diptères), les orifices stigmatiques sont simplement entourés d'un anneau chitineux. Ceux des Orthoptères et de divers Névroptères portent, indépendamment d'un anneau, des prolongements en forme de lèvres cornées pourvues de poils chitineux. Chez plu-

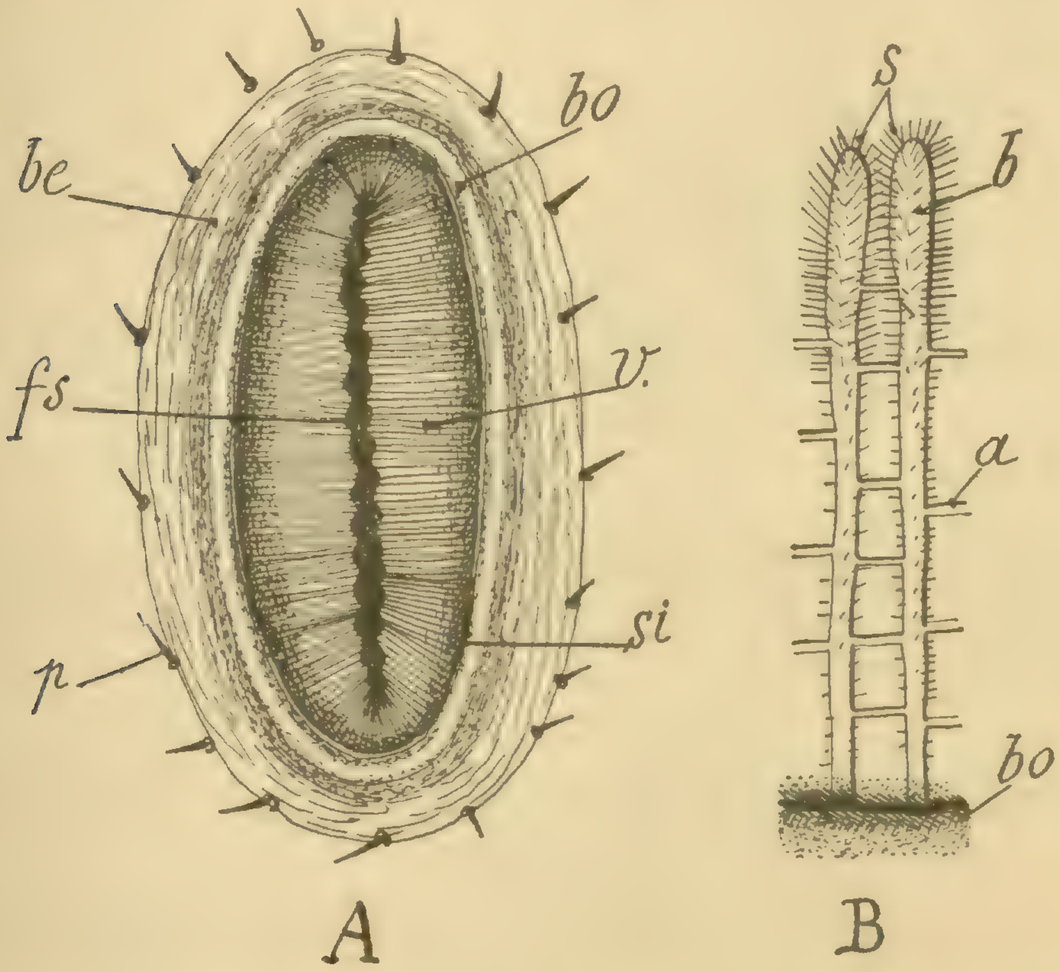


Fig. 3.

sieurs Lépidoptères, les rebords stigmatiques sont plus ou moins repliés en dedans et portent, sur leur surface libre, des poils simples ou ramifiés, généralement enchevêtrés, constituant ainsi une sorte de filtre destiné à tamiser l'air et à arrêter les corpuscules et les poussières en suspension au moment de l'inspiration.

Chez les Chenilles, les soies stigmatiques sont très ramifiées, formant ainsi un épais feutrage ou une bordure annulaire finement soyeuse.

Dans la larve d'*Io Irene*, qui fait actuellement l'objet de notre étude, chaque stigmate présente la forme d'une dépres-

sion ovale, de couleur jaunâtre, traversée verticalement et suivant son grand axe, d'une fente linéaire. Le tout est entouré par un bourrelet dû à un simple épaississement du revêtement chitineux latéral. Sur le bord de ce bourrelet, est fixée une sorte de toile d'apparence membraneuse, de couleur jaune foncé, disposée en forme de diaphragme ovoïde et dont le bord libre interne limite la fente stigmatique (V. fig. 3). Cette lamelle annulaire, qu'on pourrait prendre tout d'abord pour une lèvre membraneuse, est due simplement à l'assemblage d'un grand nombre de filaments (soies ou poils) chitineux, disposés sur deux rangées superposées, et réunis entre eux par des ponts ou lamelles de même nature. Chaque filament est muni d'innombrables denticulations très courtes et très ténues (V. fig. 3, B). Ces soies sont implantées extérieurement sur l'arceau chitineux qui entoure le stigmate et sont réunies, du côté interne, par des lamelles transverses enchevêtrées, constituant de la sorte une bordure d'apparence simple, mais pourvue, en réalité, d'une infinité de petites **pointes très courtes et très ténues.**

Le nombre de ces petites denticulations ou pointes cornées implantées sur l'extrémité des soies est si considérable qu'elles donnent à la bordure de la fente stigmatique une teinte plus foncée que la région médiane de la pseudo-membrane cornée qui est constituée, avons-nous dit, par la superposition de tigelles chitineuses et l'enchevêtrement de leurs fines ramifications transversales. L'ensemble de ces tigelles forme un treillis assez semblable au pharynx ou branchie d'une Ascidie, avec cette différence toutefois que les orifices sont beaucoup plus étroits et que l'ensemble constitue seulement une sorte de crible à fentes ou orifices d'une étroitesse extrême. Ces poils chitineux, par leur mode d'insertion sur le bord de l'orifice stigmatique, sont placés comme les dents d'un peigne, bien qu'ils soient plus étroitement serrés, unis entre eux par des lamelles transverses très courtes et disposés suivant deux ou parfois même trois assises irrégulièrement superposées.

Les poils (tigelles chitineuses) situés aux deux extrémités du stigmate sont plus courts que ceux des parties latérales.

Après macération de quelques minutes dans l'eau et sous l'action d'une pression exercée sur le disque chitineux, on peut détacher des groupes de ces tigelles qui demeurent toujours soudées entre elles, grâce à la présence des courtes lamelles transversales. Quand on examine au microscope plusieurs de ces poils chitineux séparés, on a une figure qui

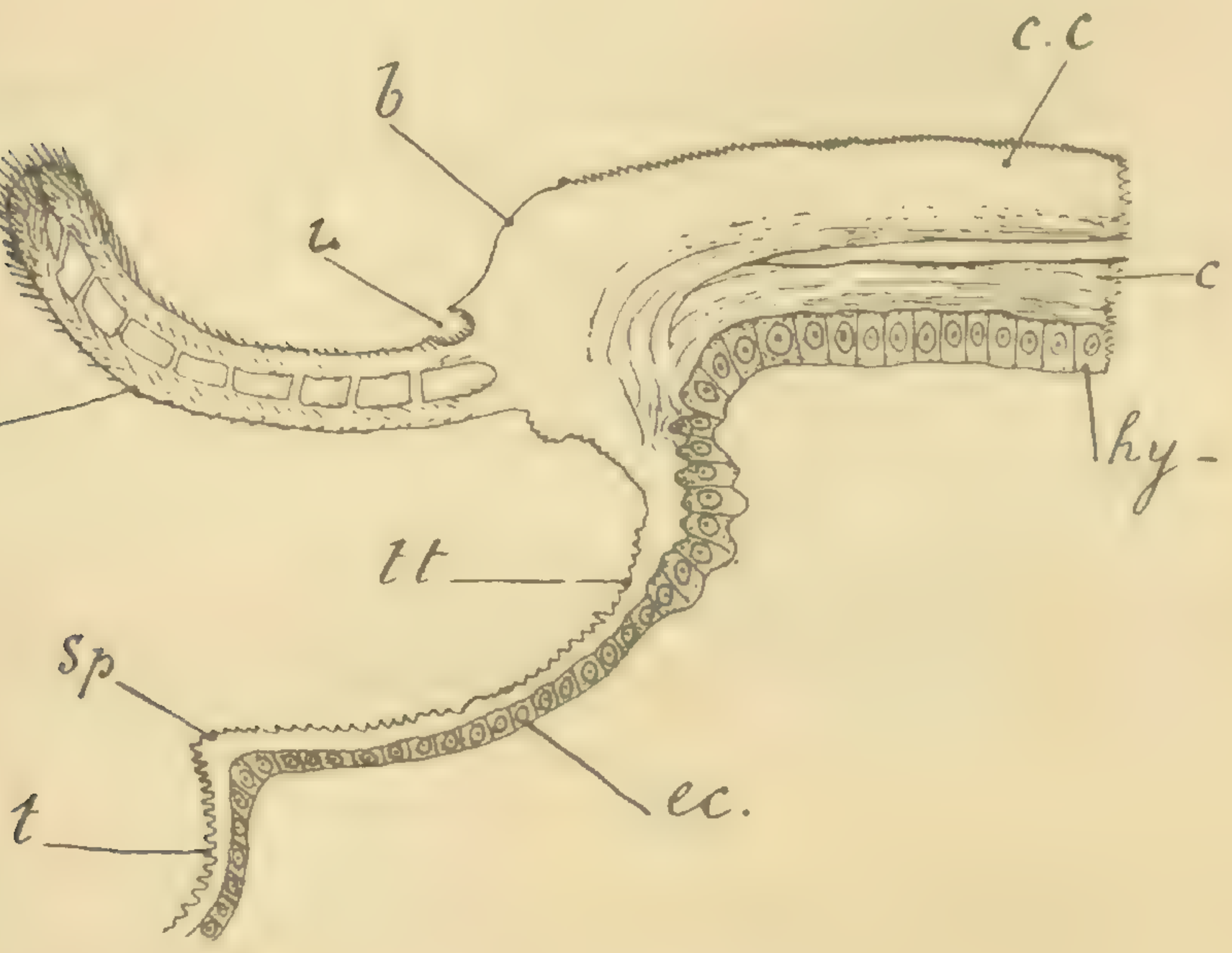


Fig. 4.

ressemble, à s'y méprendre, aux baguettes calcaires des bras des jeunes *Pluteus* ou à certaines plaques des pédicellaires des Oursins. Indépendamment des ponts transversaux, chaque tigelle porte, à sa surface, d'innombrables denticulations d'une extrême finesse, qui deviennent beaucoup plus longues à son extrémité renflée et lui donnent l'apparence d'une brosse à bouteille (V. fig. 3, B). Ces extrémités constituent un rebord paraissant uni et de teinte noire plus ou moins foncée (Voir également la fig. 4 représentant une coupe verticale du bord d'un orifice stigmatique).

Fonction respiratoire des trachées.

C'est Malpighi qui, le premier, en découvrant les trachées chez le Ver à soie, démontra, par une série d'expériences, que l'air pénètre dans ces canaux et leurs multiples ramifications et qu'on peut, en bouchant les stigmates avec un corps gras, déterminer assez rapidement l'asphyxie des Insectes.

Lyonet [1] (1762) n'ose affirmer que la Chenille du bois du Saule (*Cossus ligniperda*) respire, bien qu'il ait observé, à plusieurs reprises, de petits mouvements alternatifs du corps semblant indiquer une véritable respiration. Son incertitude est basée sur les deux expériences suivantes :

1° En tenant, pendant deux heures, une de ses chenilles sous le récipient vide d'une machine pneumatique, il constata que l'animal n'en fut nullement incommodé et se changea en Phalène comme à l'état normal.

2° La seconde raison qui le fait douter de la respiration des chenilles c'est que, dit-il, quand on les tient plongées dans l'eau, on ne voit pas que la petite bulle d'air qui remplit ordinairement alors la cavité des stigmates grossisse et diminue alternativement, comme il semblerait devoir arriver si la chenille respirait. De plus, la chenille peut demeurer, même pendant l'été, submergée jusqu'à dix-huit heures sans être aucunement incommodée. Retirée de l'eau, elle reprend, en effet, en moins de deux heures, le mouvement qu'elle avait perdu dès la première heure de sa submersion.

Les conclusions de l'incomparable anatomiste du XVIII^e^ siècle sont fausses, et il est universellement admis actuellement que *le système trachéen constitue l'appareil respiratoire des Insectes*. Il serait oiseux et superflu de le démontrer.

Système de fermeture des trachées.

L'appareil d'occlusion des trachées, situé un peu en arrière

1. Le beau travail de Lyonet sur l'*Anatomie de la chenille qui ronge le bois du saule* sera analysé ultérieurement.

du stigmate, présente, d'après Judeich et Nitsche, la disposition suivante [1].

Il se compose de trois pièces chitineuses articulées entre elles et formant une sorte d'anneau entourant l'extrémité du gros tronc trachéen. A ces trois pièces, s'en ajoute une quatrième, le *muscle occluseur*.

L'une des pièces chitineuses a la forme d'un croissant et entoure la moitié de la trachée (V. fig. 5, A et B). Sur l'autre moitié de la trachée, sont appliquées une pièce triangulaire dont

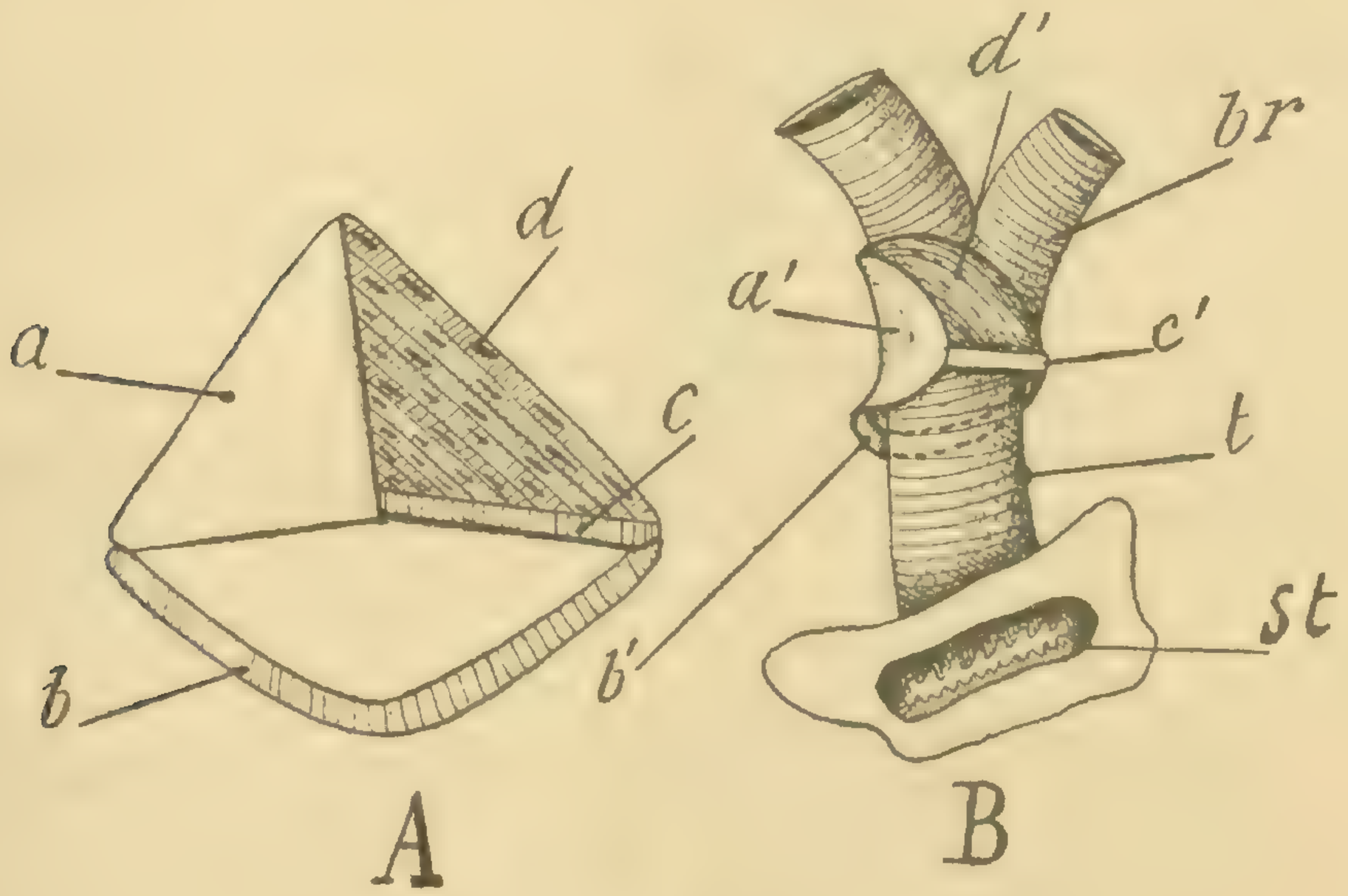


Fig. 5.

deux côtés sont disposés à angle droit et une lamelle chitineuse en forme de baguette qui complète l'anneau. Entre ces deux dernières pièces, se trouve le muscle occluseur dont les faisceaux s'articulent sur les pièces qui l'entourent. Quand le muscle se contracte, les deux lamelles avec lesquelles il est en contact se rapprochent de la concavité de la lamelle en croissant (V. fig. 5, *b*, A), compriment ainsi le tronc trachéen et oblitèrent plus ou moins complètement sa lumière.

Quand la contraction musculaire cesse, l'élasticité des pièces chitineuses détermine l'ouverture de l'appareil stigmatique.

1. Cette description est un résumé de la théorie de Judeich et Nitsche.

C'est grâce à ce système de fermeture que les larves et les insectes adultes peuvent effectuer, très rapidement et à volonté, l'occlusion de leurs stigmates et résister plus ou moins longtemps à l'asphyxie quand, par hasard, ils se trouvent placés dans un milieu défavorable à leurs échanges respiratoires. Ce mécanisme est, pour eux, un moyen de défense très efficace contre l'asphyxie. Sont-ils plongés brusquement dans un milieu liquide ou dans un gaz toxique ? les insectes se dérobent aux chances à peu près certaines de

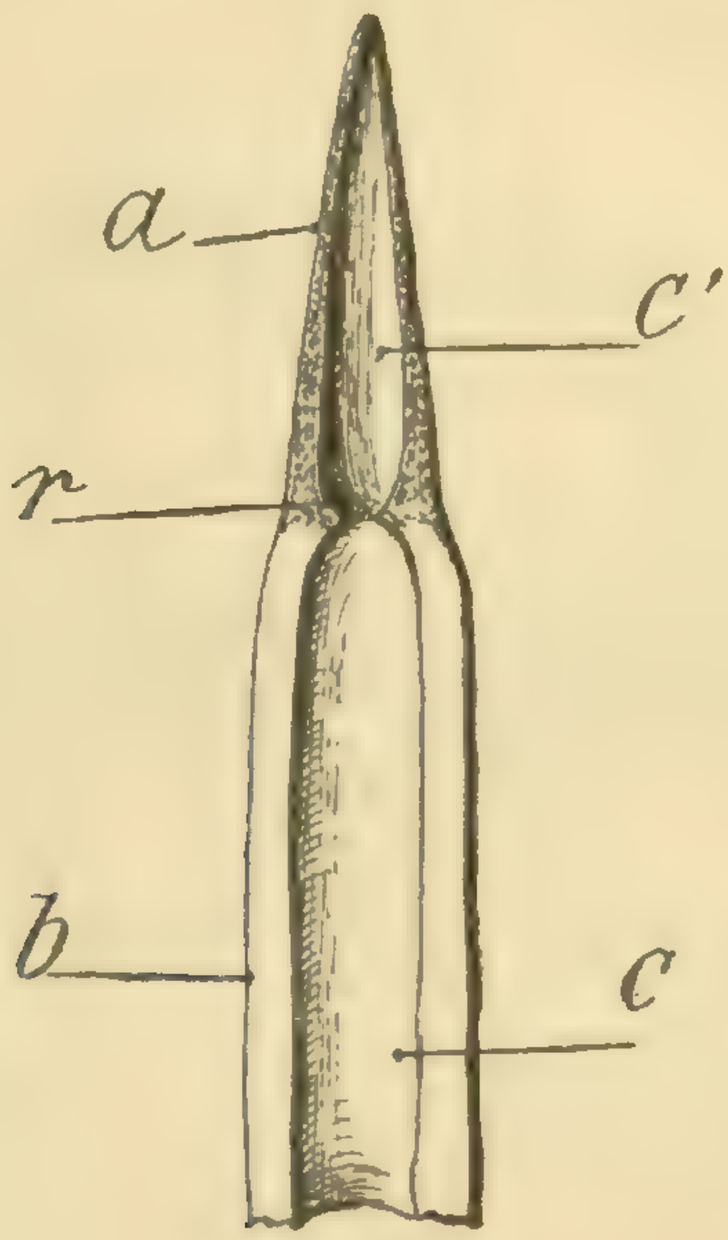


Fig. 6.

mort en fermant rapidement leurs orifices stigmatiques et en cessant momentanément de respirer.

Poils et Ocelles de la larve *d'Io Irene* Boisduval.

Les poils qui sont fixés sur le corps de la chenille sont de deux sortes : les uns sont courts, isolés et implantés çà et là irrégulièrement sur toute la surface du corps, principalement sur les appendices et les fausses pattes et les autres sont groupés en faisceaux. Ces derniers présentent la disposition si caractéristique que nous avons signalée antérieurement. Ils sont urticants et non localisés sur de courts tubercules, ainsi

que cela a lieu chez beaucoup de chenilles, mais bien sur des baguettes coniques, élargies à leur base et se terminant, à leur extrémité amincie, par une touffe de plusieurs poils (trois ordinairement). C'est sur le pourtour de cette tige commune que sont irrégulièrement disposés les poils en question, doués de propriétés urticantes.

Ces poils sont creux intérieurement et peuvent être comparés, quand on les examine, à un fort grossissement, à ces tubes de verre en usage pour le transport et la conservation des sérums et du vaccin. Leur extrémité est conique, mince, et se termine par une pointe très acérée. Elle est creuse et sa cavité se continue, à la suite d'un rétrécissement médian, avec celle du poil (V. Fig. 6).

Cette extrémité est d'une teinte jaune foncé, tranchant nettement avec le ton blanc mat du reste du poil. Les poils se détachent très facilement de leur support médian et s'implantent dans les téguments, au moindre contact.

Poils urticants. — Un grand nombre de chenilles portent également des poils urticants. Les plus connues sont les processionnaires du chêne et les processionnaires du pin maritime.

Les premières, *Cnethocampa processionea*, sont recouvertes de longs poils à pointe blanchâtre et acérée. Ces poils contiennent une si grande quantité d'acide formique, dit Brehm, qu'ils déterminent une brûlure et une démangeaison furieuses, même sur la peau la moins sensible. Il ne manque pas d'exemples où, pénétrant dans l'intérieur du corps d'un homme ou d'un animal, ces poils produisent une inflammation grave des muqueuses qui a pu déterminer la mort. Des taureaux sont devenus complètement furieux à la suite de ces urtications.

L'appareil urticant de la chenille processionnaire du pin maritime (*Cnethocampa pityocampa* Borowski) a été récemment étudié (1896) par le Dr L. Beille. De sa note, nous extrayons les renseignements suivants.[1]

1. Voir, L. Beille, Étude anatomique de l'appareil urticant des chenilles processionnaires du pin maritime. *C. Rendus, Société de Biologie de Paris. Séance du 30 mai 1896.*

Les poils de cette chenille déterminent, par leur pénétration dans les tissus des animaux, un urticaire fréquent dans le sud-ouest de la France et endémique dans les régions où croît le Pin maritime. La chenille porte, à la face dorsale des huit derniers anneaux du corps, une plaque ovalaire jaune brunâtre, appelée *miroir*, limitée par deux replis saillants et mobiles des téguments. Les bourrelets portent dix faisceaux de soies jaunes ou blanches enchâssées dans un cadre chitineux du tégument. Elles sont munies de nombreuses barbelures dirigées en haut et en dehors, et leur canalicule central est en rapport avec une *glande unicellulaire* située au niveau de l'hypoderme. Pour Leydig, Laudon (*Virchow's Archiv*, 1891, t. CXXV, p. 220) et la plupart des autres histologistes, le produit de sécrétion de ces glandules est de l'acide formique.

Mais, les chenilles du pin maritime possèdent, en outre, d'autres poils urticants, très nombreux et très petits, implantés à la surface des miroirs et décrits pour la première fois par Laudon (1891) sur la processionnaire du Pin sylvestre. Ces poils minuscules, comparables à des flèches barbelées, sont renflés à leur centre et effilés aux deux extrémités. Ils sont pourvus d'un canalicule axial, à extrémité supérieure fermée, occupé en partie par un liquide granuleux et par de petites bulles d'air. La région inférieure du canalicule est en rapport avec une glandule monocellulaire piriforme. Ces glandes tégumentaires sont uniquement localisées dans les zones sétigères du miroir.

Ces petits poils se détachent facilement, emportant avec eux une partie du liquide toxique sécrété par la glande. Ils sont expulsés à chaque mue et peuvent conserver, pendant longtemps dans les nids, leurs propriétés caractéristiques urticantes.

Ocelles. — Les ocelles des larves *d'Io Irene* sont placés en arrière des antennes et disposés, de chaque côté, en deux groupes localisés sur les plaques latérales.

Chaque groupe comprend *sept ocelles* disposés ainsi que le

représente la fig. 7. Le premier ocelle (*oc*) est situé à gauche de l'antenne (*a*). Extérieurement à lui, se trouve implantée une soie de moyenne grandeur. Viennent ensuite quatre ocelles rangés en arc. Un autre organe (*oc*) est situé au centre de la courbe décrite par les quatre ocelles précédents et un septième, très petit, est tangent, du côté interne, à l'un des éléments

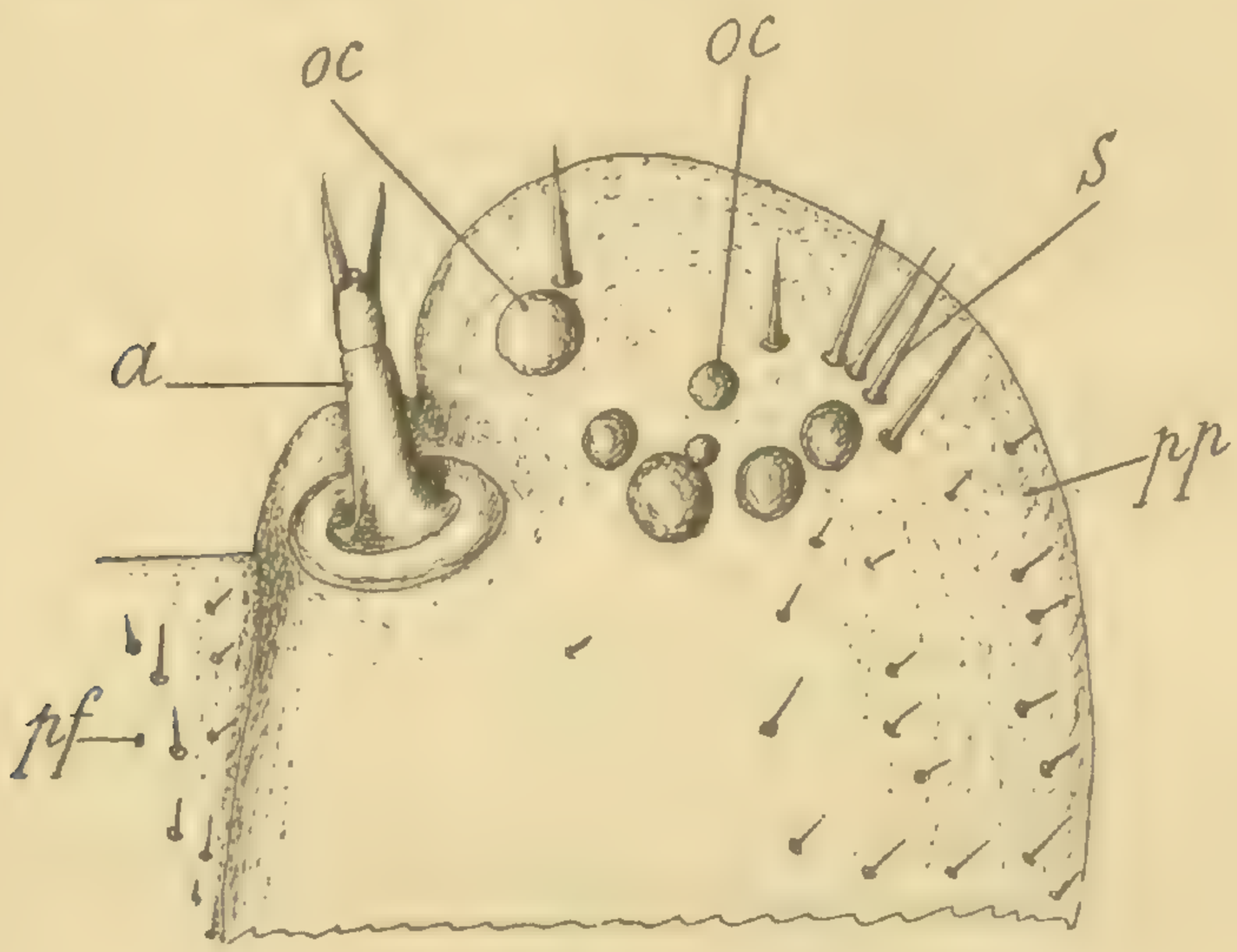


Fig. 7.

placés au sommet de la courbe précédemment signalée. La constitution histologique de ces organes est identique à celle décrite par Grenacher, chez les larves du Dytique.

La structure des ocelles chez les insectes adultes est encore peu connue. Par contre, celle des *ocelles* ou *stemmates* des larves a été l'objet d'un grand nombre de travaux dont les résultats ne sont cependant pas tous concordants. D'après Patten, l'ocelle ne serait qu'une ommatidie isolée ou une association d'un petit nombre d'ommatidies pourvues d'une cornée commune.

Grenacher donne des stemmates la constitution histologique suivante. Extérieurement, l'ocelle est constitué par un épaississement chitineux, transparent, lenticulaire, formant une sorte de cornée (V. fig. 8, *le*). Au-dessous de cette dernière, se trouvent des cellules hypodermiques, claires, hyalines et en forme de massue, sécrétant la lentille cornéenne et constituant les cellules du corps vitré. Ces éléments, dépourvus de

pigment, se replient intérieurement et recouvrent des cellules inférieures ou cellules rétiniennes (*Ré*). Ces dernières ne sont que des éléments hypodermiques modifiés, tapissant le fond d'une sorte de fossette située au-dessous de la lentille cornéenne (V. fig. 8).

Chaque cellule rétinienne ou rétinophore est un élément sensitif terminé par un bâtonnet (*ba*) réfringent, tourné vers la lentille. Elle est entourée de cellules pigmentaires et se trouve en rapport, par son extrémité profonde, avec une fibre nerveuse provenant du nerf optique, et dont les filaments axiaux

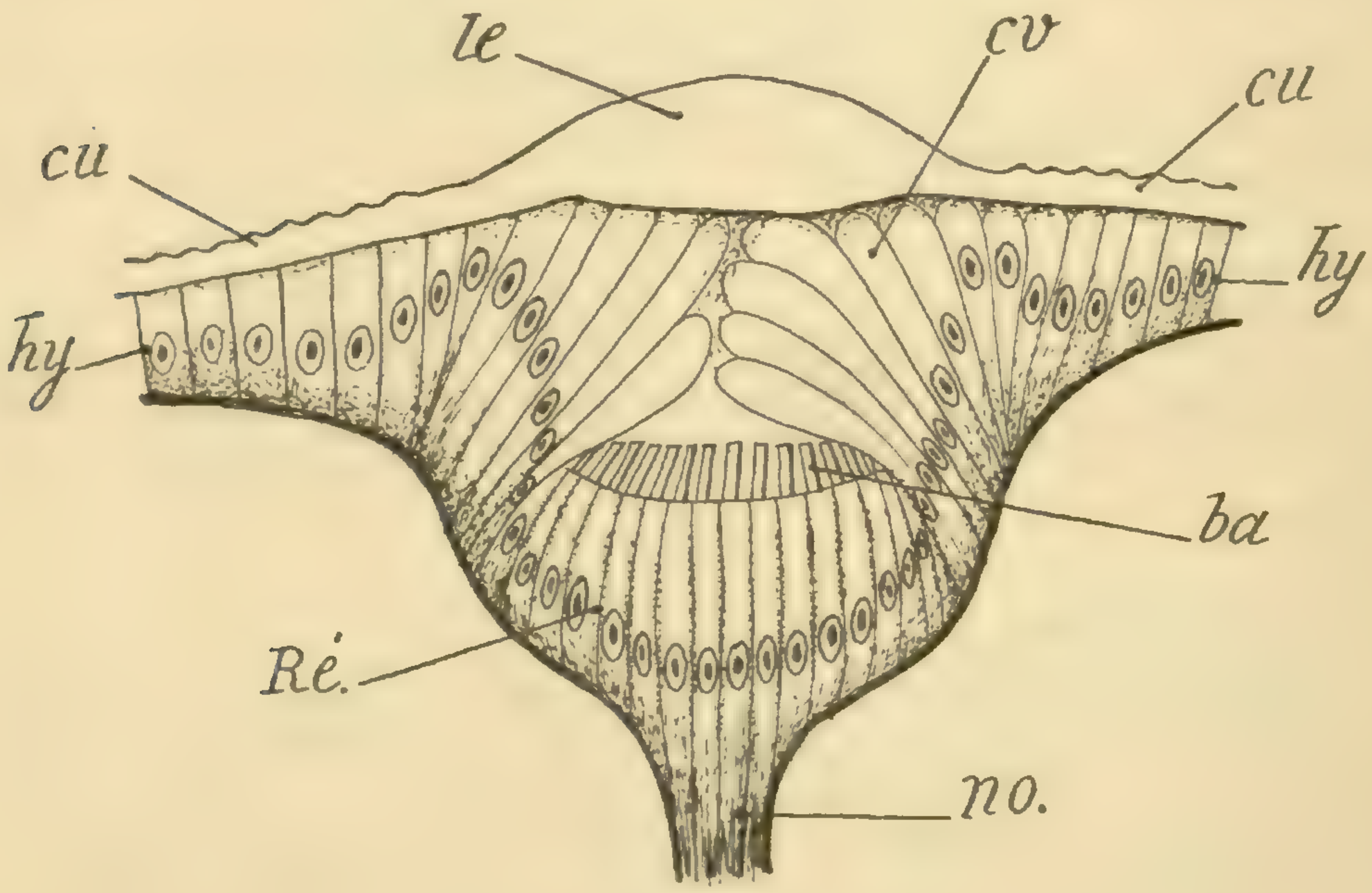


Fig. 8.

se prolongent jusqu'au bâtonnet. Latéralement, les cellules de l'ocelle se continuent progressivement avec celles de l'hypoderme normal.

Tous les ocelles ou stemmates des larves présentent à peu près la même structure histologique.

Tête et fausses-pattes de la chenille.

I. **Morphologie de la tête.** — La tête de la chenille *d'Io Irene* présente à peu près, sauf de légères modifications peu impor-

tantes, la même structure morphologique que celle des autres chenilles. L. Blanc (1890) a décrit, avec de minutieux détails et en empruntant la terminologie de Lyonet, celle du *Bombyx mori*.

La face dorsale de la tête de notre larve comprend deux larges écailles latérales se soudant, en arrière, sur la ligne médiane et appelées *écailles pariétales*. Elles sont volumineuses, à surface externe convexe et constituent l'*épicrâne*. En avant de ces plaques, se trouve placée l'écaille frontale, de forme triangulaire. Cette pièce impaire est probablement l'homologue de l'*épistome* de l'insecte parfait.

La face inférieure de la tête comprend également deux

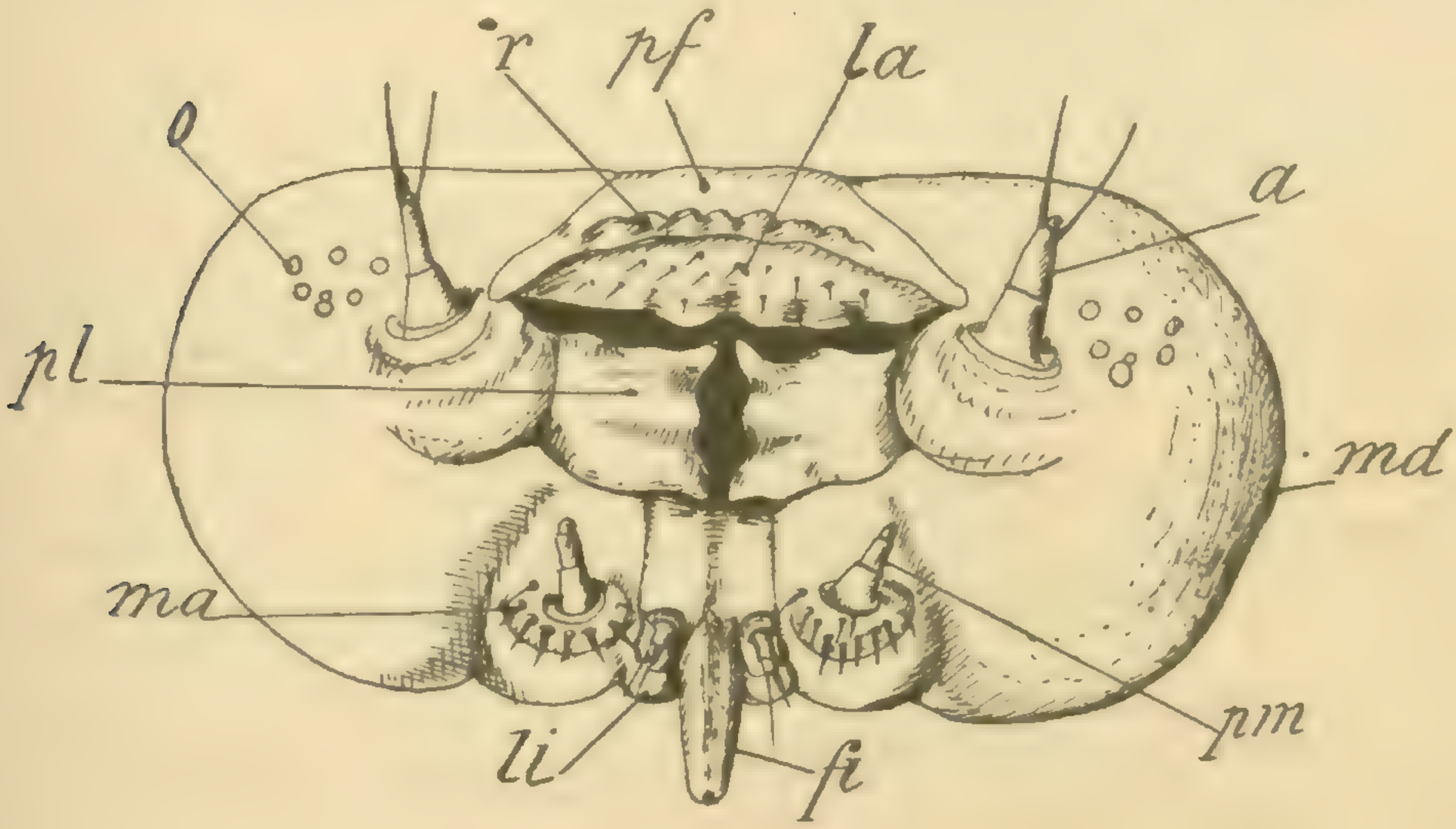


Fig. 9.

pièces symétriques postérieures ou *pièces basilaires* et une pièce médio-antérieure, la *lame prébasilaire*.

Les pièces de l'armure buccale sont les suivantes, en allant de haut en bas : la *lèvre supérieure* ou *labre*, les deux *mandibules*, les *deux mâchoires* avec leurs palpes maxillaires et enfin le *labium* ou lèvre inférieure avec les palpes labiaux.

En avant, les deux plaques pariétales portent les *ocelles* et les *antennes*. Ces derniers appendices, décrits pour la première fois chez les Chenilles par Malpighi et désignés par lui sous le nom de processus mamillaires, furent considérés par Réaumur

comme des organes du tact, et appelés antennes par Lyonet. Elles se présentent, chez la larve d'*Io Irene*, sous la forme de deux tigelles courtes et pluriarticulées, en dedans du cercle des ocelles, à égale distance de ces derniers et de la mandibule (V. fig. 9).

Chaque antenne comprend deux segments d'inégale longueur. Le segment distal porte deux prolongements chitineux sétiformes, l'un externe très long et l'autre interne plus court; de plus, sur sa face terminale arrondie, se trouve un petit tubercule conique hérissé de courts prolongements cylindro-coniques qui sont, sans doute, des éminences tactiles.

Le segment basilaire ou proximal est plus large que le précédent, tronconique et s'articule sur un support élargi dépendant de l'écaille latérale.

Pièces buccales. — 1° La *lèvre supérieure* ou *labre* a la forme d'une écaille à face supérieure courbe et à bord antérieur arrondi et légèrement échancré en son milieu. Sa bordure postérieure se continue par une lamelle plissée qui n'est que le prolongement de la plaque frontale. La face supérieure porte quelques soies chitineuses, de coloration jaune foncé.

Mandibules. — 2° Les *mandibules* sont des pièces simples, paires, non articulées et placées de chaque côté de la bouche. Ce sont des appendices remarquables par la puissance et l'épaisseur de leur revêtement chitineux, cunéiformes et à angle dièdre dirigé en dedans. Elles sont courtes, dures, à face externe légèrement convexe et constituent un appareil masticateur d'une rare puissance, ainsi qu'en témoignent les nombreux faisceaux musculaires qui viennent s'insérer à la face interne de leur base. Le bord libre antérieur est tranchant, courbe, et porte de fines denticulations.

Chaque mandibule présente la forme d'un tronc de prisme quadrangulaire, à face supérieure légèrement concave dirigée obliquement d'avant en arrière, et servant latéralement de paroi à la cavité buccale.

Le bord inférieur de cette face est tranchant et arrondi; son bord supérieur est également tranchant et porte une grosse dent médiane conique (*d*) qui surplombe la face antérieure. De

cette dent part une large crête qui va se terminer à un gros tubercule situé sur la bordure postérieure (V. fig. 10, *t*). La face dorsale et externe est arrondie. Enfin, à la base de cette puissante mandibule, viennent s'insérer de gros faisceaux musculaires, dont les internes sont des muscles adducteurs et les externes des muscles abducteurs.

Mâchoires. — 3° Les *mâchoires* sont pluriarticulées et bien développées chez les Insectes adultes formant le groupe des broyeurs ou masticateurs. Chez la chenille d'*Io Irene*, au con-

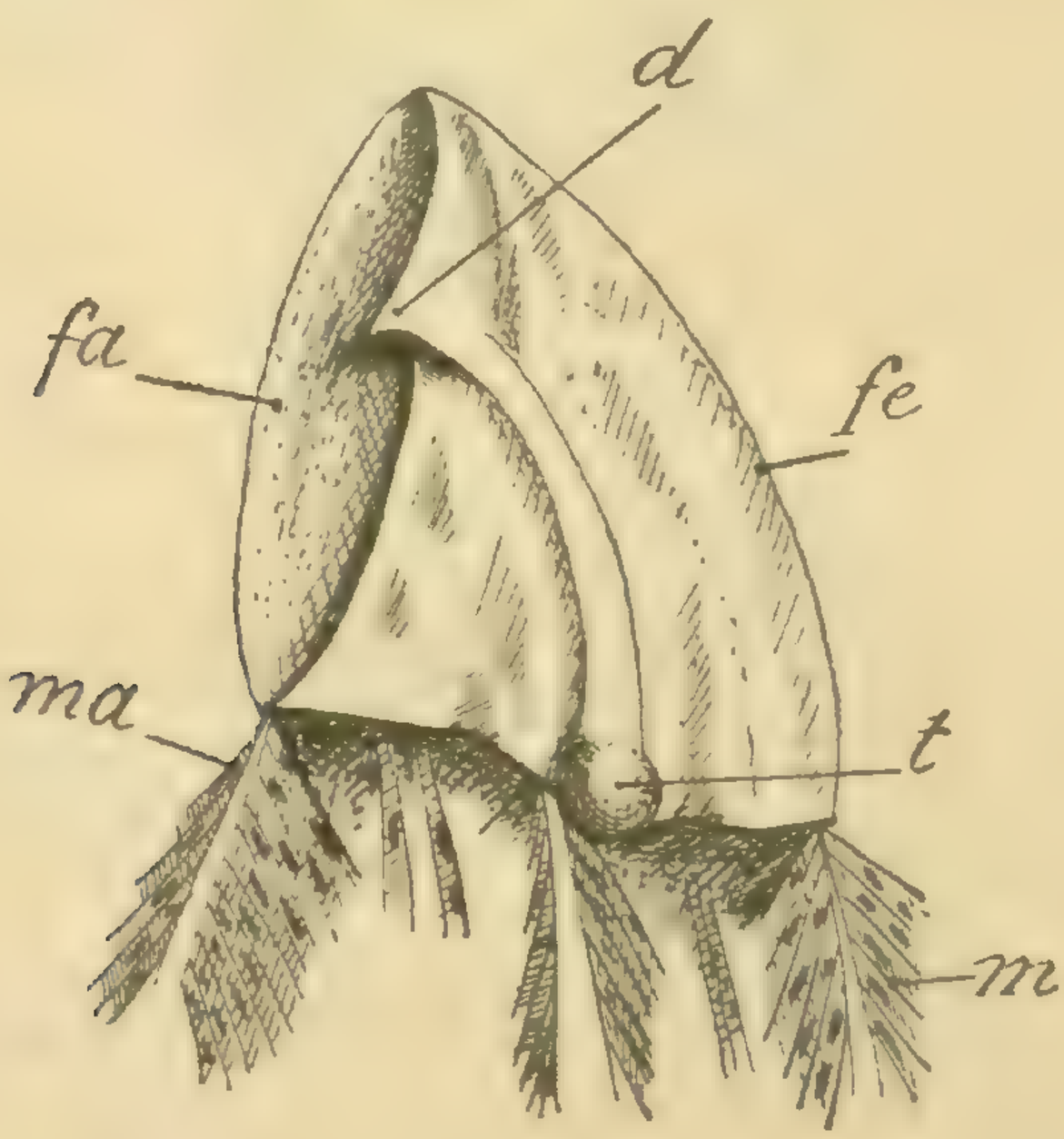


Fig. 10.

traire, ces appendices sont simples et rudimentaires. Ils sont constitués par une lamelle aplatie (maxille), arrondie en avant, de couleur jaunâtre, et dont la face supérieure porte quelques poils chitineux, généralement courts.

En dehors et vers le bas de chaque mâchoire, se trouve un appendice pluriarticulé, le *palpe maxillaire*, composé de deux segments superposés et tronconiques, dont le dernier supporte à son sommet un petit cône chitineux. Vu leur peu de développement, les mâchoires ne doivent jouer, chez notre Chenille, qu'un rôle secondaire dans les fonctions de mastication.

Lèvre inférieure ou labium. — 4° Le *labium* a la forme d'une plaquette aplatie et à bord libre, recourbé en arc. Vers le

milieu de son pourtour antérieur, se trouve fixé un appendice cylindrique, la *filière* ou *trompe soyeuse* (appelée ainsi par Robinet chez le Ver à soie) et latéralement deux tigelles pluri-articulées, les palpes labiaux (V. fig. 11, *pl*).

La *filière* (*fi*. fig. 11) est une tige creuse, tronconique et à

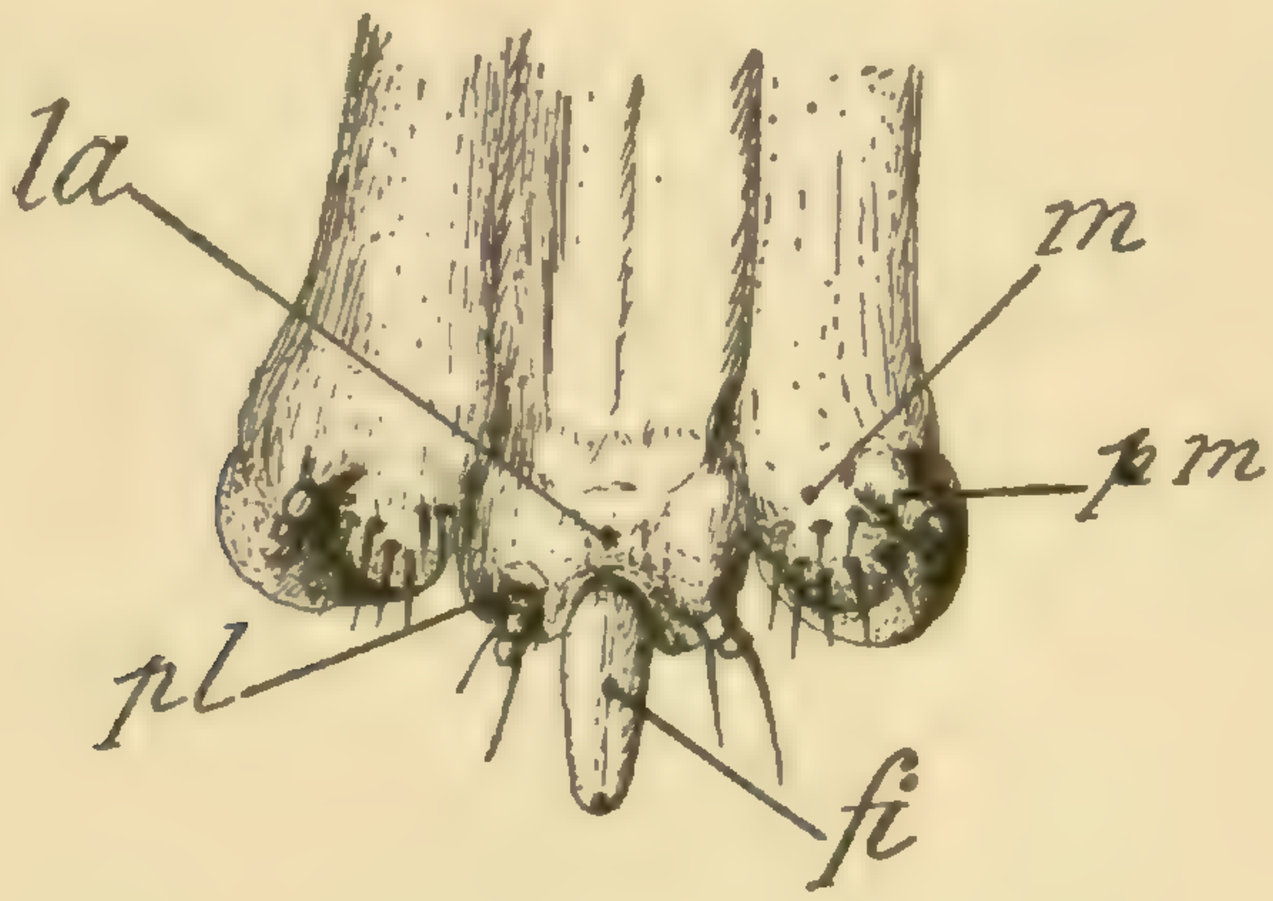


Fig. 11.

parois chitineuses. Elle porte, à son sommet, une fente longitudinale, dirigée vers le bas. Le long de sa face inférieure, existe un sillon peu profond.

Les *palpes labiaux* sont généralement courts et bi-articulés. Le segment distal est rudimentaire, à sommet arrondi et supporte un long poil chitineux. Le segment proximal est tronconique, plus volumineux que le précédent et inséré symétriquement de part et d'autre de la filière. Il porte, de même que le premier, mais du côté externe de son sommet, une soie chitineuse.

II. **Les fausses-pattes.** — Les fausses-pattes sont au nombre de 5 paires placées sur les 6e, 7e, 8e, 9e et 12e segments du corps de la chenille. La dernière paire présente quelques différences avec les précédentes. Toutes diffèrent des trois premières paires de pattes ou appendices postcéphaliques, en ce qu'elles ne sont pas articulées et sont ainsi comparables aux parapodes des Vers.

Chaque fausse-patte appartenant aux quatre paires médianes ou intermédiaires de la chenille présente la forme d'un tronc

de cône de 1 millim. 1/2 à 2 millimètres de hauteur, à base élargie et fixée sur les côtés du segment correspondant. L'extrémité libre ou sommet du tronc de cône est de forme légèrement ovale, à grand axe dirigé à peu près dans le sens antéro-postérieur ou bien suivant une ligne un peu oblique et externe par rapport à l'axe du corps de la larve. Cette base supérieure, qu'on peut appeler la *sole pédieuse* de la fausse patte, est concave, infundibuliforme et présente deux lèvres, l'une externe (*ce*) et l'autre interne (*ci*). A l'état de rétraction, ainsi que cela se produit sous l'action des liquides fixateurs, de l'alcool surtout, cette sole pédieuse prend la forme d'une pro-

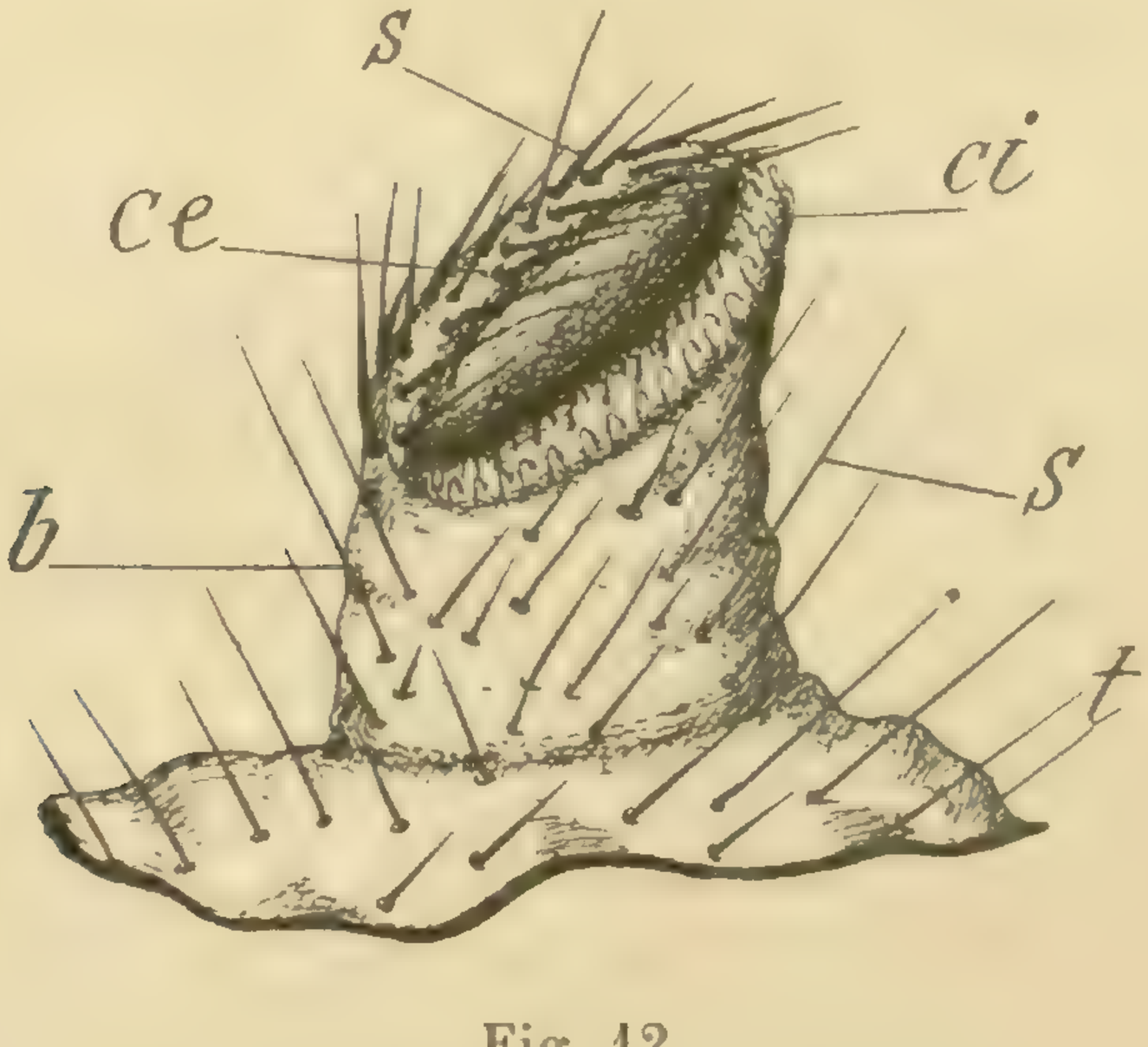


Fig. 12.

fonde fente transversale, dirigée d'avant en arrière. La fente est alors limitée par deux valves ou lèvres, très caractéristiques. Ces deux lèvres sont tout à fait différentes au point de vue de leur structure (V. fig. 12).

La lèvre externe est constituée par un bourrelet recourbé, portant, sur son bord, une rangée de longues soies (*s*) blanchâtres. De pareilles soies, mais beaucoup plus courtes, sont implantées çà et là sur les parois de la fausse-patte. Du bord labial part une lamelle chitineuse, striée radialement, de couleur noir foncé et s'étendant jusqu'au centre de la sole pédieuse (V. fig. 12).

La lèvre interne (*ci*), au contraire, porte une double rangée de crochets chitineux qui lui donnent une teinte jaune foncé fort accentuée. Ces crochets, très nombreux, étroitement serrés et de taille différente, sont disposés suivant deux rangées : une rangée externe composée de petits crochets et une rangée interne formée par les grands crochets. Les crochets des deux rangées présentent une *disposition alterne* ; de plus, leur extrémité recourbée est tournée vers la ligne médiane du corps de la chenille, c'est-à-dire en dehors par rapport à la fente ou à la sole pédieuse de la fausse patte (V. fig. 13). Cette disposition est identique à celle qui a été décrite par Lyonet chez les

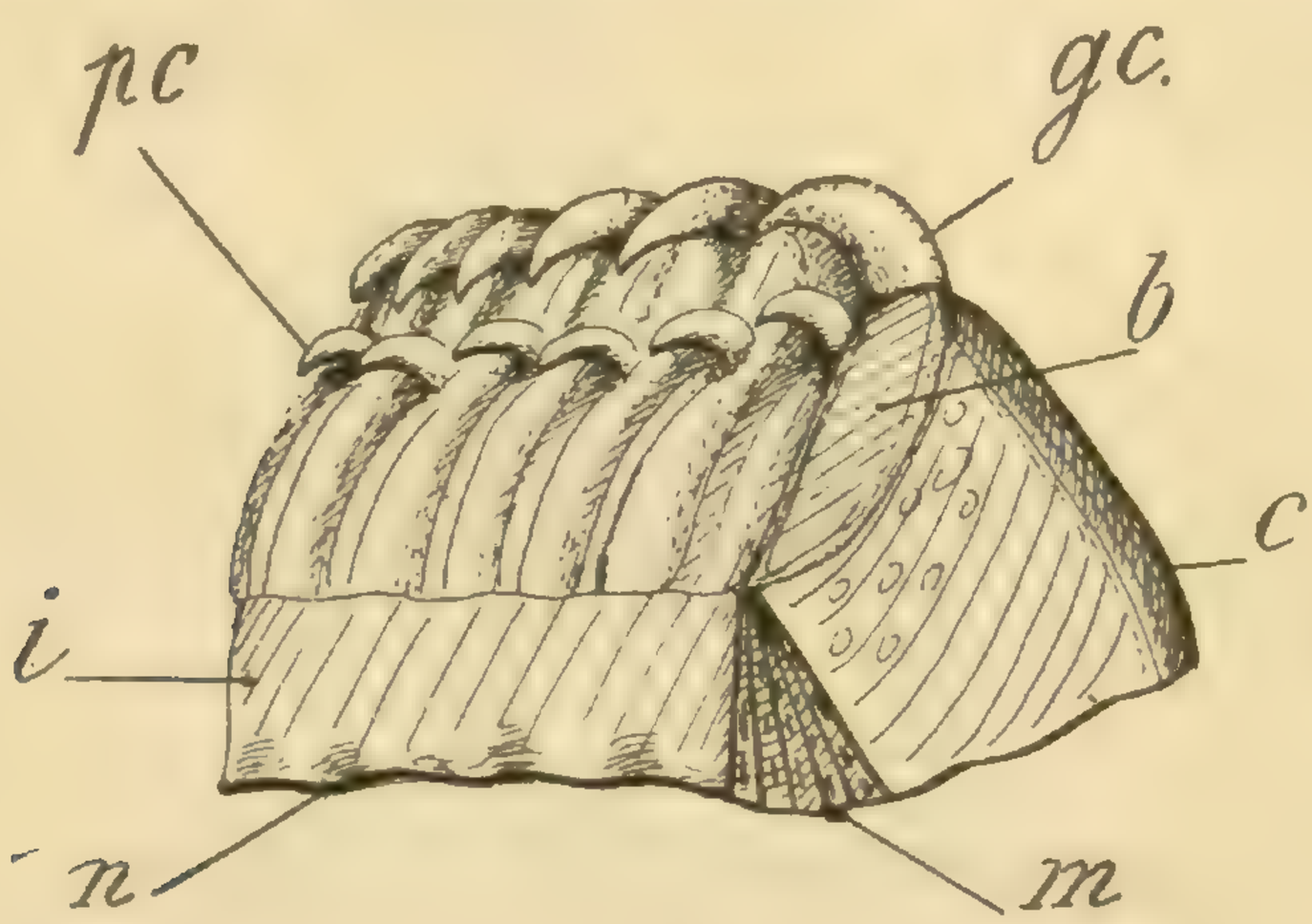


Fig. 13.

appendices intermédiaires du *Cossus ligniperda*, avec cette différence que, chez le *Cossus*, chaque fausse-patte porte une couronne complète de crochets, tandis que, chez les *Io Irene*, il n'existe qu'une demi-couronne formée par des crochets disposés suivant la demi-circonférence interne de la sole pédieuse de chaque fausse-patte.

Ces crochets présentent à peu près la même forme, la même disposition anatomique et ne diffèrent, dans chaque rangée, que par leur taille.

Les grands crochets (V. fig. 13, *gc*) qui composent la rangée interne, c'est-à-dire la plus rapprochée de la sole pédieuse, sont composés de deux parties et comprennent une région basi-

laire inférieure ou racine, ayant la forme d'une lamelle chitineuse aplatie et de couleur jaune foncé. Cette base est inclinée et constitue le rebord externe de la lèvre ou bordure de la sole pédieuse. L'extrémité de la racine est en rapport avec un tendon correspondant à un faisceau musculaire qui, en se contractant, fait incurver le crochet en dehors.

La partie libre ou externe du crochet est relativement courte et ne comprend guère que le tiers de la longueur totale de l'élément. Elle est recourbée en arc ou en bec de perroquet et se termine par une pointe dure, robuste et acérée (V. fig. 13). Vers la base élargie de cette extrémité libre et extérieure à la lèvre, s'insère, du côté interne, un tendon (lamelle) chitineux et, en arrière, en dessous et le long du côté postérieur de la racine, un faisceau musculaire destiné, par l'effet de sa contraction, à redresser le crochet, à le relever en avant et à le faire ensuite basculer en arrière.

Les petits crochets (V. fig. 13, *pc*), qui forment la rangée la plus externe, présentent la même structure et la même forme que les précédents : leur pointe plus épaisse, plus dure, plus recourbée, légèrement émoussée à son sommet, est dirigée vers l'extérieur.

Quant aux fausses-pattes postérieures, correspondant au douzième anneau du corps, elles présentent la même structure et la même disposition que les précédentes. De plus, elles sont recouvertes par une large écaille ovale, portant des soies et de petits tubercules blanchâtres.

CHAPITRE II

Appareil digestif de la larve *d'Io Irene* Boisduval.

ANATOMIE

Historique. — Beaucoup d'Entomologistes ont décrit l'appareil digestif larvaire d'un grand nombre d'Hexapodes. Parmi les principaux, nous devons citer : Lyonet (1762), Mingazzini (1889), Balbiani (1890), Van Gehuchten (1890), Sadones (1896), Möbusz (1897), etc...

Mais, de tous les mémoires écrits sur l'anatomie des insectes, le plus important et le plus remarquable, vu l'époque où il a été composé, est, sans contredit, le *Traité anatomique de la Chenille du bois de saule*, par P. Lyonet (1762). Ce mémoire est, d'après Cuvier, un chef-d'œuvre de gravure et d'anatomie descriptive. C'est, en effet, un ouvrage qu'on peut citer comme modèle d'exactitude et de précision. L'organisation de la chenille y est traitée avec des détails infinis. L'auteur a poussé l'exactitude à un tel point que « quand il y serait allé du repos de l'État ou du bien de l'Europe, il ne pense pas, dit-il, qu'il eût pu aller au delà de ce qu'il a fait. » — Quand Lyonet affirme quelque chose, ce n'est qu'après avoir reconnu, par un examen attentif et réitéré, que la chose s'est trouvée telle qu'il le dit.

Lyonet a lui-même manié le burin et, après deux ans et demi d'un travail souvent interrompu, il a fini par graver les dix-huit planches de son Traité.

Chaque organe a été représenté d'après nature et jamais au hasard ; il n'y a pas jusqu'au plus petit lobule de graisse dont l'auteur n'ait eu soin de représenter, très fidèlement, les moindres plis et replis. C'est ce qui donne aux figures ce caractère de vérité, cette netteté et cette précision qu'on trouve dans toutes les planches de l'ouvrage de Lyonet.

L'auteur s'est proposé de donner un système anatomique complet de la chenille du saule et non de simples essais ou de faibles ébauches. C'est bien l'impression qui se dégage de la lecture de cet admirable ouvrage, qu'on dirait écrit d'hier et qu'on peut comparer aux traités descriptifs les plus modernes.

Lyonet désigne les *trachées* sous le nom de *bronches*, et le chapitre concernant ces organes est rempli, à profusion, de détails anatomiques. Tout y est cependant représenté avec une exactitude remarquable ; chaque vaisseau est dessiné d'après nature ; rien n'y est figuré au hasard. Il croit que les chenilles ne respirent pas et il n'a rien découvert en elles, pas même dans les bronches (trachées), qui pût le déterminer à croire qu'elles avaient une respiration proprement dite semblable à la nôtre. Il n'a jamais aperçu, quelque attention qu'il y ait donné, ce mouvement alternatif et régulier d'inspiration et d'expiration, qui caractérise la fonction respiratoire. Cette erreur physiologique ne doit pas trop nous surprendre, car il était alors universellement admis que les chrysalides mêmes ne respiraient pas (de Geer, Martinet, Lyonet etc...).

Lyonet a également observé les mouvements du cœur de la chenille du saule (systole et diastole), mais il n'a pu découvrir ni veines, ni artères, c'est-à-dire les vaisseaux par où le liquide nourricier « devait se répandre dans les diverses parties du corps et retourner ensuite au cœur ». Il répugnait à l'auteur de faire des vivisections. Les larves étaient noyées dans l'eau avant d'être disséquées ; et, chose incroyable, l'admirable traité anatomique qui nous occupe a coûté la vie, tout au plus, à huit ou neuf chenilles !... Combien devons-nous regretter que le *Traité d'anatomie de la chrysalide et de la phalène dans lesquelles la chenille du bois de saule se transforme*, que P. Lyonet préparait vers la fin de sa vie, n'ait jamais paru.

Résumons maintenant, très brièvement, le *Traité anatomique de la chenille du saule* (*Cossus ligniperda*). L'ouvrage, qui a 616 pages et 18 planches, contient 17 chapitres.

Le chapitre 1^er^ est consacré a l'histoire abrégée de la Chenille.

Dans les chapitres II et III, Lyonet, après avoir divisé le

corps de la chenille en un certain nombre de lignes idéales, longitudinales et transversales, décrit les parties extérieures, telles qu'elles paraissent à simple vue.

La description morphologique des parties externes de la tête, vues à la loupe et au microscope et de quelques parties solides qu'elle renferme, est faite au chapitre IV.

Au chapitre V, Lyonet étudie le tégument de la chenille, les poils (qu'il considère comme des organes du tact), les stigmates, les trachées et les appendices.

Le chapitre VI, un des plus importants du Mémoire, est consacré à la description des diverses parties internes qui composent le corps de la chenille du bois du saule : c'est ainsi que les muscles, le système nerveux (mœlle épinière, ganglions et nerfs), corps graisseux, appareil respiratoire, tube digestif, vaisseaux soyeux, vaisseaux dissolvants, etc..., sont successivement et sommairement passés en revue.

Les chapitres ultérieurs traitent successivement des parties suivantes : muscles du corps (VII) ; muscles tels qu'ils apparaissent quand on anatomise une chenille ouverte par le dos (VIII) ; nerfs (IX) ; trachée-artère et bronches (X) ; cœur (XI) ; œsophage, ventricule, intestin et sac fœcal (XIV) ; vaisseaux soyeux (XV) ; vaisseaux dissolvants (XVI), etc...

Anatomie du tube digestif.

Avant de commencer l'étude de l'appareil digestif de la larve d'*Io Irene*, nous allons résumer ici la magistrale description anatomique que Lyonet a faite du tube intestinal de la chenille du *Cossus* (1762). Les figures 1 et 2 de la planche XIII, d'une exécution parfaite, représentent l'organe vu sur ses deux faces.

Le tube digestif est un canal continu qui descend, en ligne droite, de la bouche jusque près de l'anus. L'auteur divise l'œsophage en trois parties ou régions : l'antérieure, l'intermédiaire et la postérieure. Chacune de ces parties est décrite avec une précision et un luxe de détails infinis.

Quand on ouvre l'intestin perpendiculairement à la ligne d'insertion de l'œsophage et du ventricule, on voit, dit Lyonet.

que la tunique interne descend dans la cavité même de ce viscère, revient ensuite sur elle-même, remonte autant qu'elle était descendue, fait un repli contraire, paraît en dehors et devient le commencement du ventricule.

Le *ventricule* commence un peu au-dessus de la 4e division où finit l'œsophage et se termine à la 10e division. Il est plus ou moins plissé suivant son état de plénitude ou de vacuité et est au moins sept fois plus long que large. Sa capacité surpasse celle de l'œsophage et des gros intestins. La partie antérieure est large et parcourue par des plis longitudinaux qui diminuent à mesure qu'ils se rapprochent de l'intestin. L'extrémité postérieure s'ouvre dans un large conduit qui a à peine un tiers d'anneau de longueur et que l'auteur appelle le *gros intestin*, dont l'origine est presque aussi large que l'extrémité du ventricule. Sa région postérieure est sensiblement plus étroite ; elle est terminée par un sphincter capable d'intercepter, au besoin, la communication de cet organe avec le suivant.

Depuis ce sphincter, on voit se continuer, en droite ligne, un vaisseau qui n'est guère moins gros et moins court que le précédent et qui se termine par une enveloppe charnue, de forme singulière : c'est le second gros intestin de Lyonet. Il est suivi d'un canal, de moitié plus étroit, qui a bien un anneau et demi de longueur et qui se termine près de l'anus : l'auteur lui donne le nom de troisième gros intestin.

Les canalicules que nous appelons actuellement chez les insectes *Tubes de Malpighi* sont dénommés *intestins grêles* par Lyonet. Il n'est cependant pas absolument certain qu'ils le soient, car « il ne serait pas impossible que ces vaisseaux eussent un autre usage, tel que celui de préparer et de répandre ensuite, dans le second gros intestin, un suc équivalent à celui que la vésicule du fiel et le pancréas déversent dans le duodénum ».

Pour montrer dans quels détails minutieux est entré Lyonet, pour la description du tube digestif tout entier, disons qu'il a compté les muscles rencontrés au cours de ses dissections, et que leur nombre s'élève, pour l'œsophage, le ventricule et le gros intestin, à 2186.

Appareil digestif de la larve d'Io Irene. — Le tube intesti-

nal de la larve d'*Io Irene* est un organe rectiligne, présentant à peu près la même disposition anatomique que celui des autres chenilles de Lépidoptères. Il comprend trois parties tout à fait différentes aux points de vue anatomique et histologique : l'*intestin antérieur*, l'*intestin moyen* et l'*intestin terminal* ou *postérieur* (V. fig. 14).

L'intestin antérieur comprend un pharynx aplati transversalement, suivi d'un œsophage cylindrique, dont il n'est séparé que par une dépression annulaire.

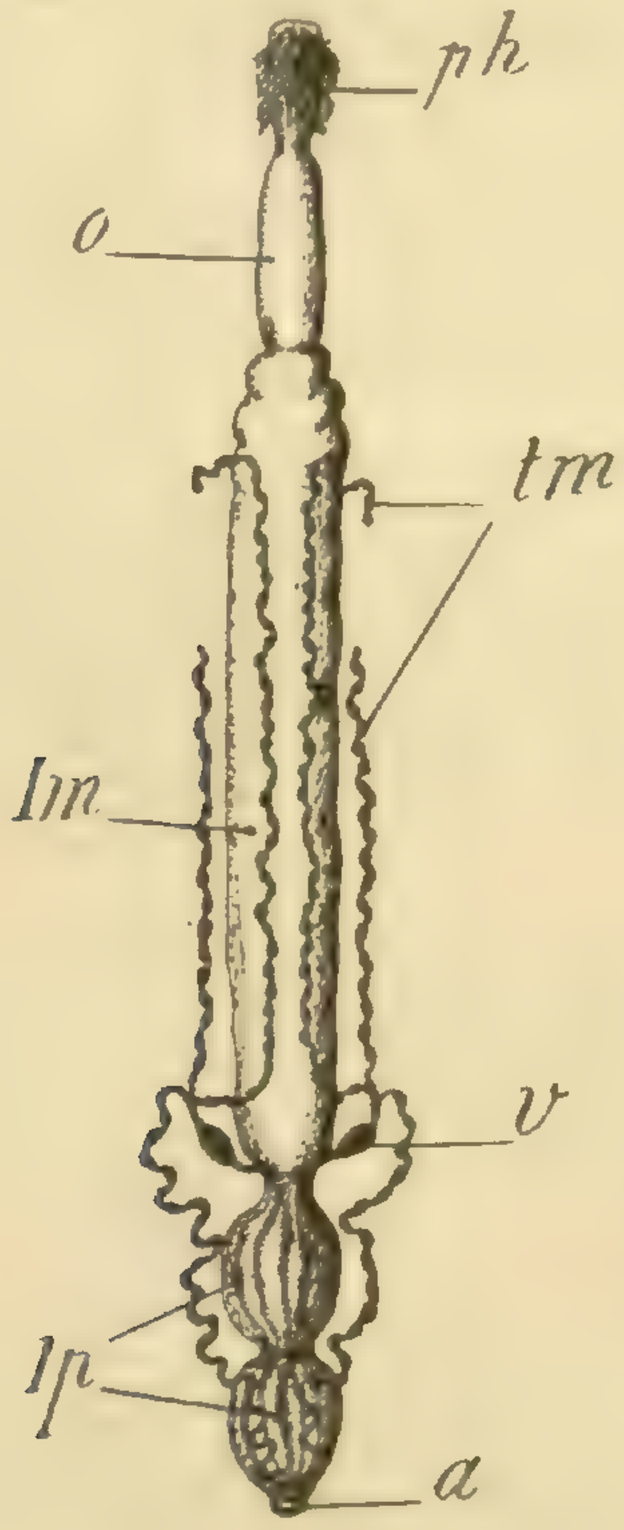


Fig. 14.

Le *pharynx* est très court, infundibuliforme, élargi en avant et rétréci en arrière. Sur ses parois viennent se fixer de nombreux faisceaux musculaires dilatateurs, déterminant, par leurs contractions, l'ouverture de l'organe.

Ces faisceaux, disposés en plusieurs assises, sont situés, les uns à la face dorsale et les autres sur les faces latéro-inférieures ; aussi peut-on les grouper en muscles dilatateurs supérieurs et en muscles dilatateurs inférieurs du pharynx.

L'*œsophage* est tubuleux, mais légèrement élargi vers son extrémité postérieure, à son point d'union avec l'intestin moyen.

C'est dans cette région que la cavité de l'organe présente un léger rétrécissement suivi d'une sorte de bourrelet annulaire interne, très court, disposé en forme de manchon, pénétrant légèrement à l'extrémité antérieure de la cavité de l'intestin moyen et jouant ainsi le rôle de *valvule œsophagienne*. Cette

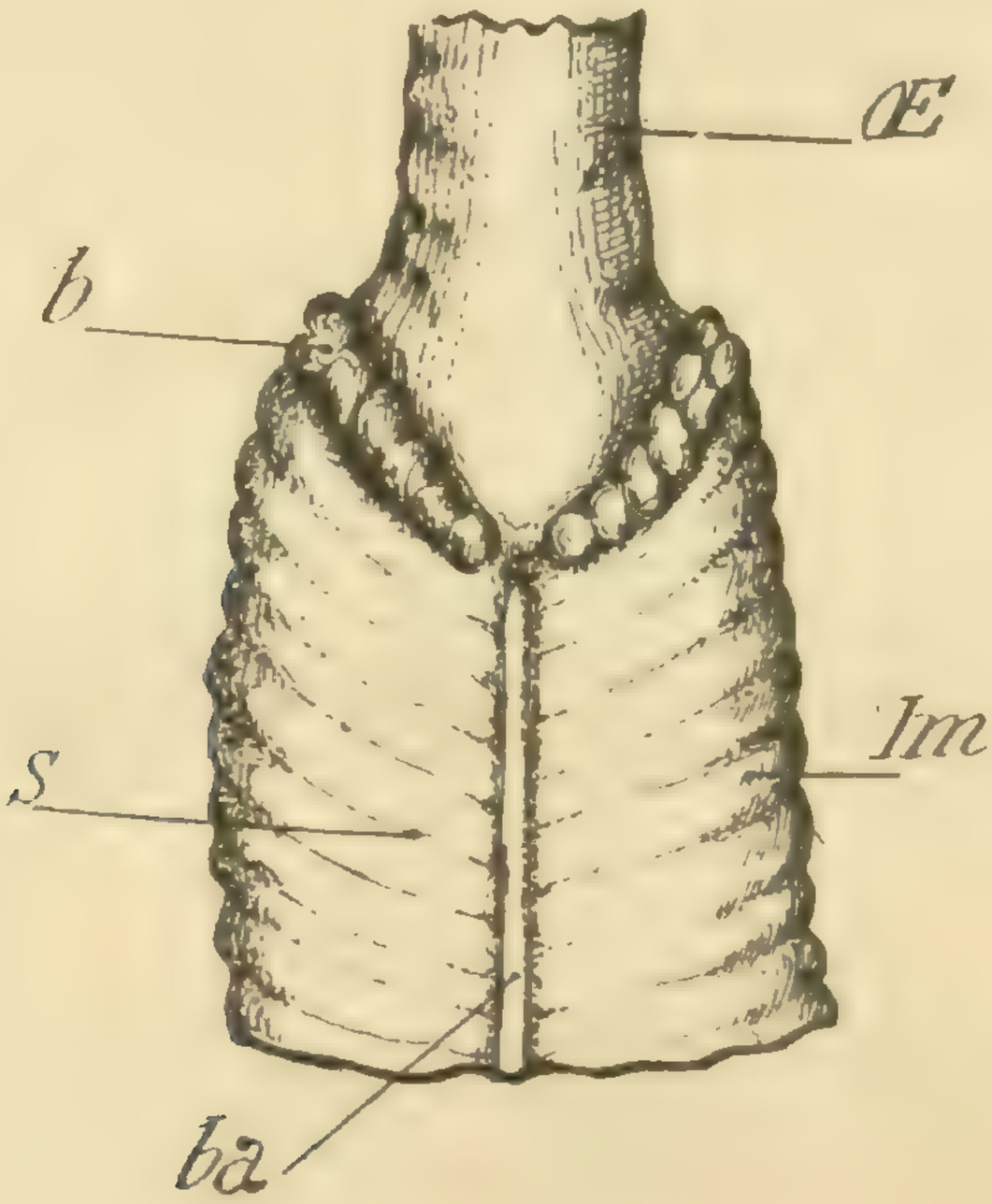


Fig. 15.

dernière a pour fonction d'empêcher la marche rétrograde des aliments de l'intestin moyen vers l'œsophage.

L'origine de l'intestin moyen est également marquée extérieurement par la présence de bourrelets glandulaires, disposés circulairement et ne présentant que deux solutions de continuité : l'une à la face dorsale et l'autre ventralement. Cette ceinture glandulaire est constituée par des culs-de-sac ovoïdes ou sphériques plus ou moins réguliers, pourvus d'une cavité limitée par de hautes cellules sécrétrices, s'ouvrant directement dans l'intestin moyen (V. fig. 15).

Une semblable disposition se retrouve, de même, dans le tube digestif de toutes les larves de Lépidoptères que nous avons

disséquées. On peut donc la considérer comme une formation générale. Diverses larves appartenant à d'autres groupes d'insectes (les Diptères entre autres) portent également, à l'origine de l'intestin moyen, des diverticules semblables, mais beaucoup plus développés, dont l'ensemble est désigné, par les auteurs, sous le nom de proventricule.

L'*œsophage* n'est, ainsi que nous l'avons vu, que la continuation du pharynx. Il présente, dans la larve que nous étudions, une partie cylindrique antérieure très courte, un renflement médian, ovoïde, peu accentué, suivi d'une région postérieure boursouflée qui s'attache à l'intestin moyen (V. fig. 14). Ses parois internes sont plissées et recouvertes d'une cuticule plus mince que celle du pharynx. L'assise chitinogène est composée de cellules aplaties. La musculature est constituée par quelques fibrilles annulaires internes auxquelles sont superposées plusieurs assises de muscles circulaires.

L'*intestin moyen* a la forme d'un volumineux tube cylindrique présentant, à son origine, les bourrelets transversaux glandulaires dont nous venons de parler (V. fig. 14 et 15). Les faces dorsale et ventrale de l'organe sont parcourues par deux dépressions longitudinales peu profondes (V. fig. 15, *ba*). Contre les parois intestinales sont appliquées dorsalement les tubes de Malpighi, et latéralement les glandes séricigènes. Son extrémité postérieure s'amincit et se continue par un court mais large pédicule, à la suite duquel vient l'intestin terminal.

C'est à la limite de ces deux organes que viennent déboucher deux tubes qui sont les canaux excréteurs des organes de Malpighi. Leurs orifices sont généralement situés chez la plupart des larves de Lépidoptères, aux deux extrémités d'un même diamètre ; mais, pour le cas qui nous occupe, ils sont placés un peu dorso-latéralement. Ces conduits communiquent avec une vésicule ou réservoir ovoïde continué par un canal très court qui se ramifie et donne naissance à trois tubes de Malpighi, longs, flexueux et moniliformes (V. fig. 14, *v* et *tm*). Il existe donc *six* tubes de Malpighi, groupés en deux faisceaux latéraux.

L'*intestin terminal* comprend une dilatation ovoïde anté-

rieure, suivie d'un rétrécissement tubuleux, à la suite duquel vient l'ampoule rectale. Un grand nombre de stries longitudinales, peu profondes, parcourant les parois de l'intestin postérieur.

Système nerveux sympathique. — A la partie antérieure de l'œsophage, un peu en arrière de la limite postérieure du pharynx, se trouvent les *deux ganglions sus-œsophagiens* ou *cérébroïdes* (V. fig. 16, C). En avant de ces derniers, existe la première partie du *système sympathique* ou *stomato-gastrique*.

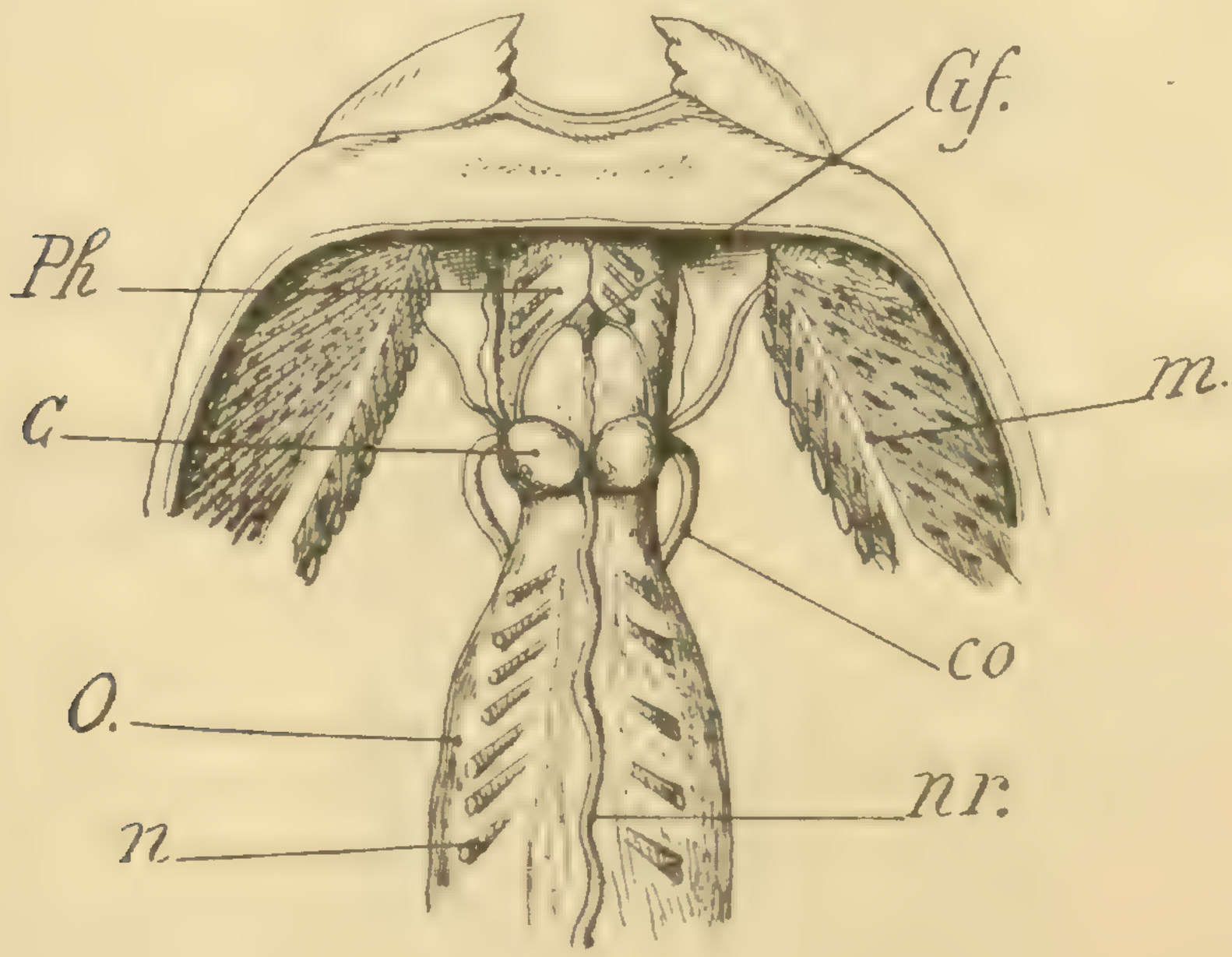


Fig. 16

Ce système prend naissance au bord antérieur des ganglions cérébroïdes par deux filets nerveux latéraux qui se dirigent en avant sur la face supérieure du pharynx, se recourbent, convergent ensuite l'un vers l'autre et vont se perdre dans le ganglion frontal, de forme quadrangulaire, placé sur la ligne médio-dorsale du pharynx (V. fig. 16, *Gf*). Son angle antérieur donne naissance au nerf pharyngien supérieur (V. fig. 17, *np*) qui produit deux rameaux terminaux. De l'angle postérieur du ganglion frontal (fig. 17) part un gros nerf, le *nerf récurrent* qui se dirige en arrière, suit la ligne médiane, passe sous les

ganglions cérébroïdes *gc* en s'appliquant contre les parois œsophagiennes et intestinales.

En arrière du point d'origine du nerf frontal prennent naissance : le nerf du labre ou *labial supérieur*, le nerf des ocelles *no* qui se bifurque à son extrémité distale et fournit un rameau qui va innerver l'antenne.

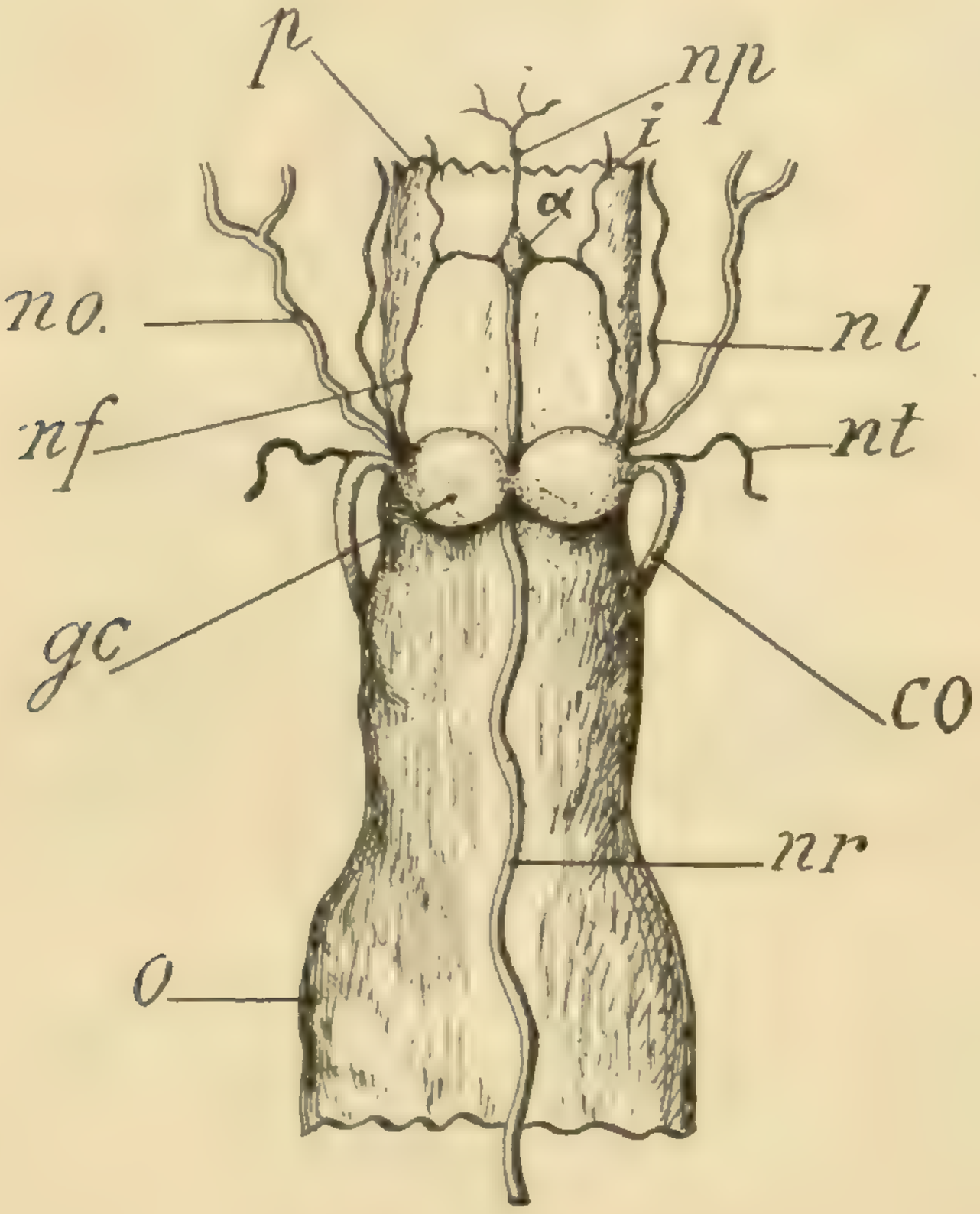


Fig. 17.

Enfin, des coins externes des ganglions sus-œsophagiens ou cérébroïdes (*gc*, fig. 17) partent deux gros troncs nerveux qui vont se perdre dans les ganglions sous-œsophagiens : ce sont les deux connectifs constituant le collier œsophagien *co*. Chacun de ces connectifs émet, à son origine, deux branches symétriques, les nerfs transverses (*nt*, fig. 17) ou latéro-pharyngiens qui vont innerver les parois latérales et la musculature du pharynx.

CHAPITRE III

Structure histologique du tube digestif de la larve *d'Io Irene*.

Cavité buccale et pharynx. — Intérieurement, *la cavité buccale* est recouverte d'une épaisse lamelle chitineuse plissée,

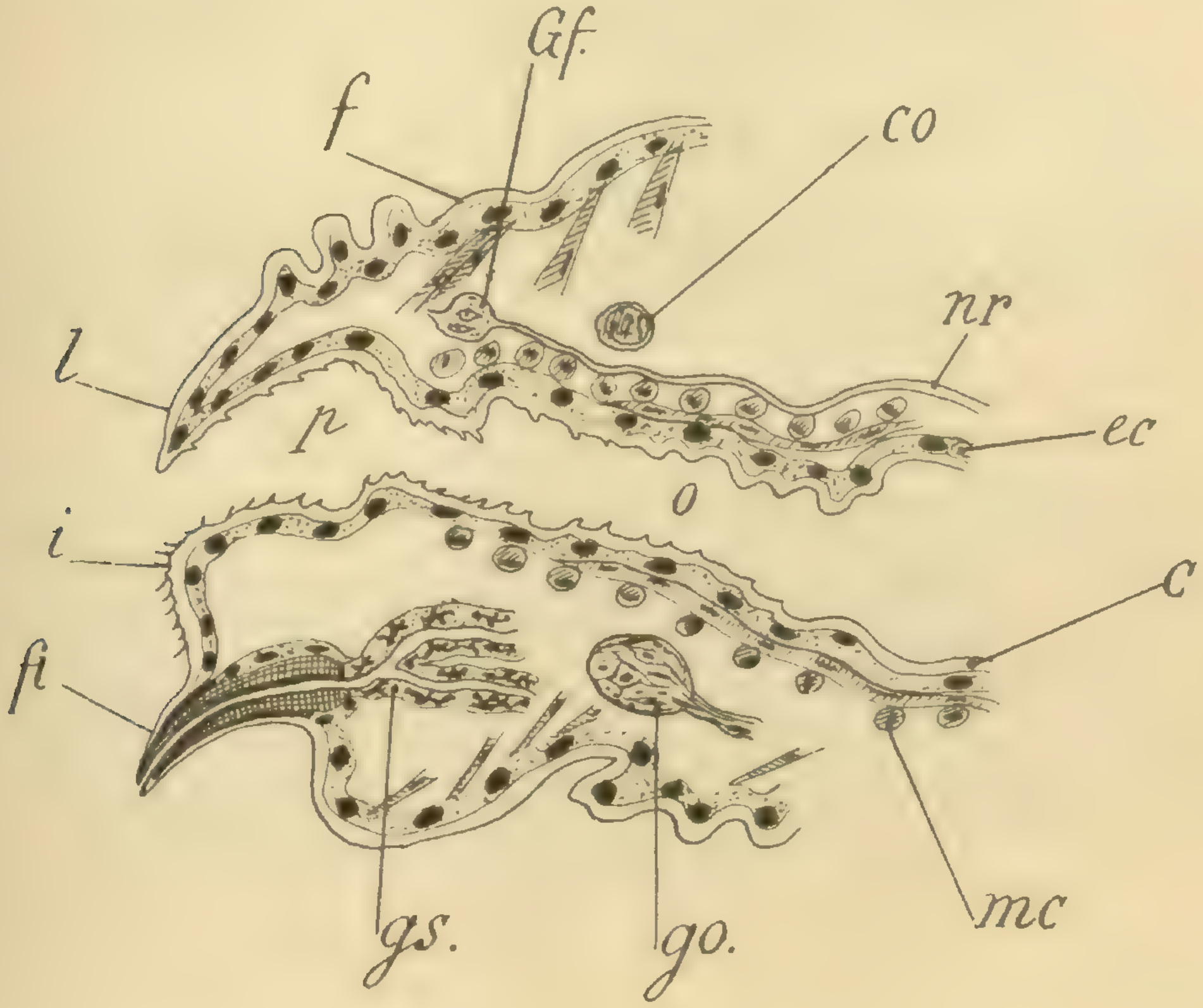


Fig. 18.

qui se continue directement avec l'enveloppe cornée qui recouvre le corps tout entier de la chenille (V. fig. 18). Sur le bord libre de la membrane ou intima chitineuse *c* se dressent, de distance en distance, de petits prolongements ou éminences coniques, recourbées en arrière et à pointe mince et acérée.

Au-dessous, vient l'assise épithéliale chitinogène *ec*, recouverte elle-même par une épaisse enveloppe musculaire formée surtout de faisceaux annulaires *mc*.

Les fibres longitudinales internes, peu nombreuses, vont se fixer sur l'intima du pharynx et de la cavité buccale, entre les cellules génératrices de la cuticule (V. fig. 18).

Le *pharynx* ou première partie du canal intestinal est un tube infundibuliforme, très court ; il est caractérisé par la puissance de son enveloppe musculaire annulaire externe

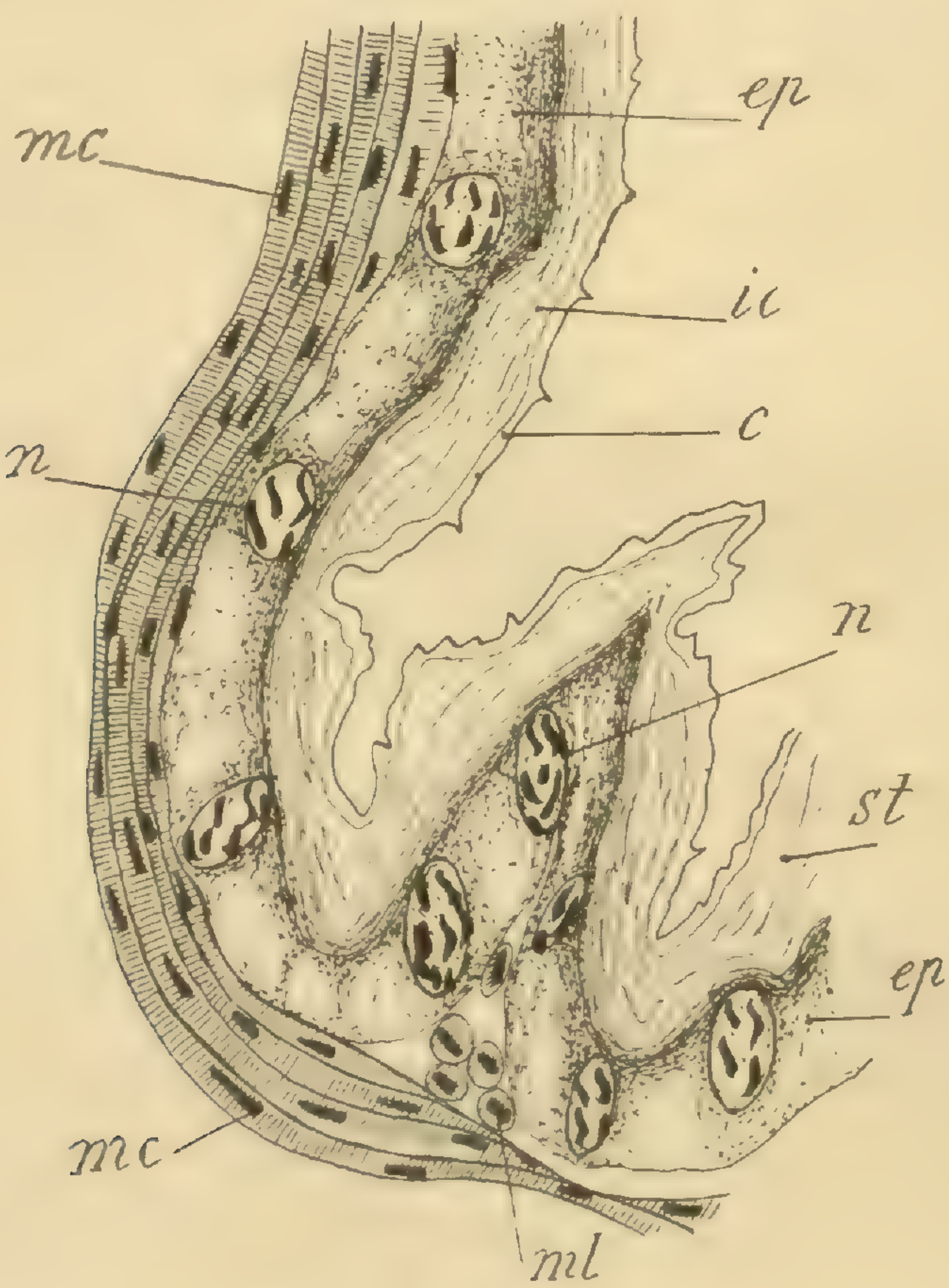


Fig. 19.

et surtout par l'épaisseur de sa cuticule chitineuse interne, très plissée. Cette dernière se continue directement avec celle de la bouche qui n'est elle-même que le prolongement du revêtement cuticulaire externe.

En partant de l'extérieur, on trouve successivement les assises suivantes :

1° Une épaisse couche musculaire circulaire (V. fig. 19, *mc*);

2° Quelques faisceaux musculaires longitudinaux (V. fig. 19, 20 et 21 *ml*), peu abondants et surtout localisés à la base des replis que forme l'épithélium interne ;

3° Une mince lamelle conjonctive, membrane basilaire ou

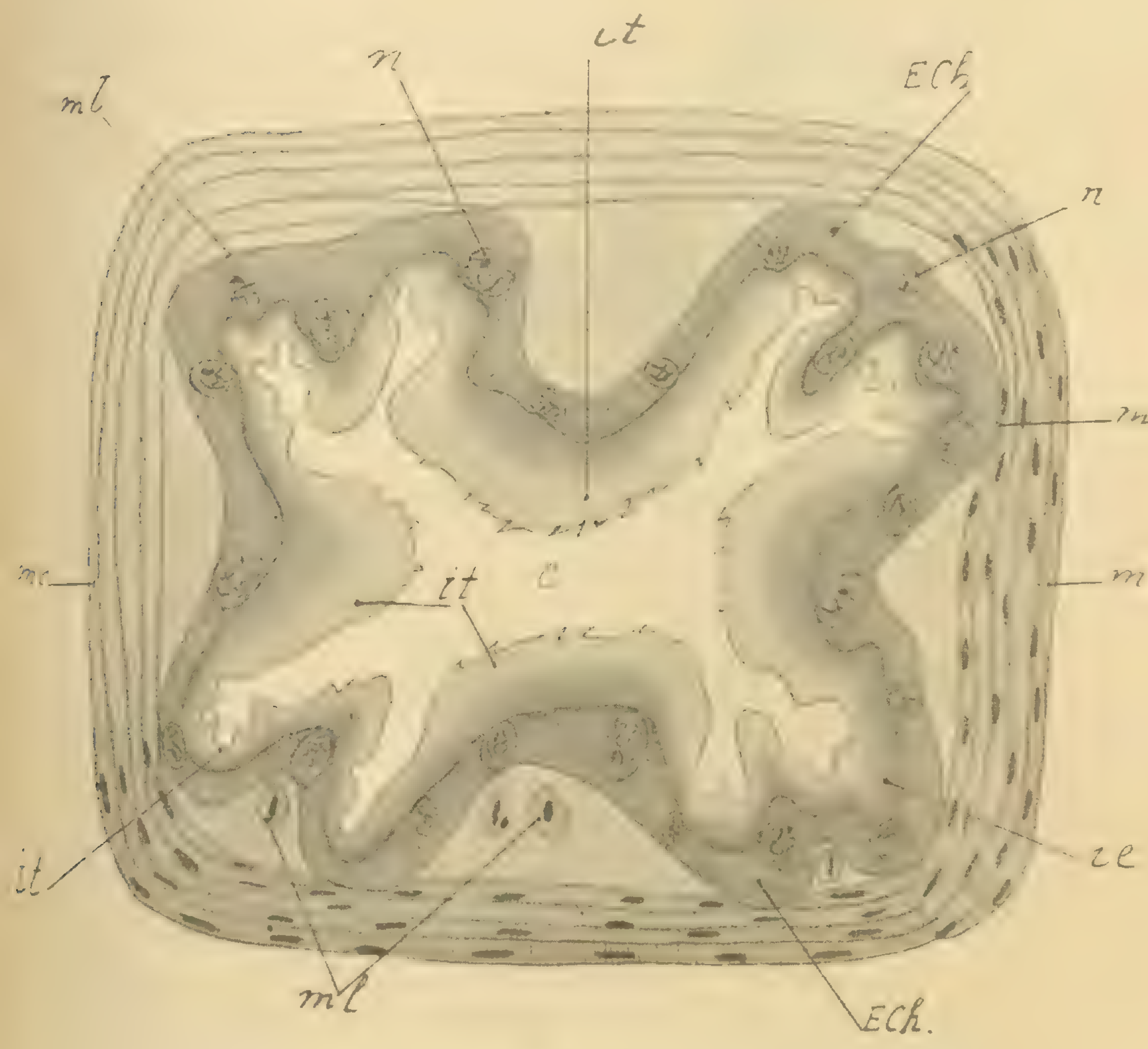


Fig. 20.

propria mb, qui sert de support à l'assise cellulaire chitinogène ;

4° L'épithélium chitinogène (*ep.* fig. 19 et *Ech*, fig 20), homologue à l'hypoderme du tégument externe, est composé d'une seule assise de cellules. Il est caractérisé par ses nom-

breux replis qui donnent à la lumière de l'organe une forme irrégulière et sinueuse. Les cellules sont aplaties, à parois latérales peu apparentes et à contenu protoplasmique granuleux extérieurement et légèrement strié du côté interne (V. fig. 19, *ep*). Chaque cellule contient un gros noyau *n*.

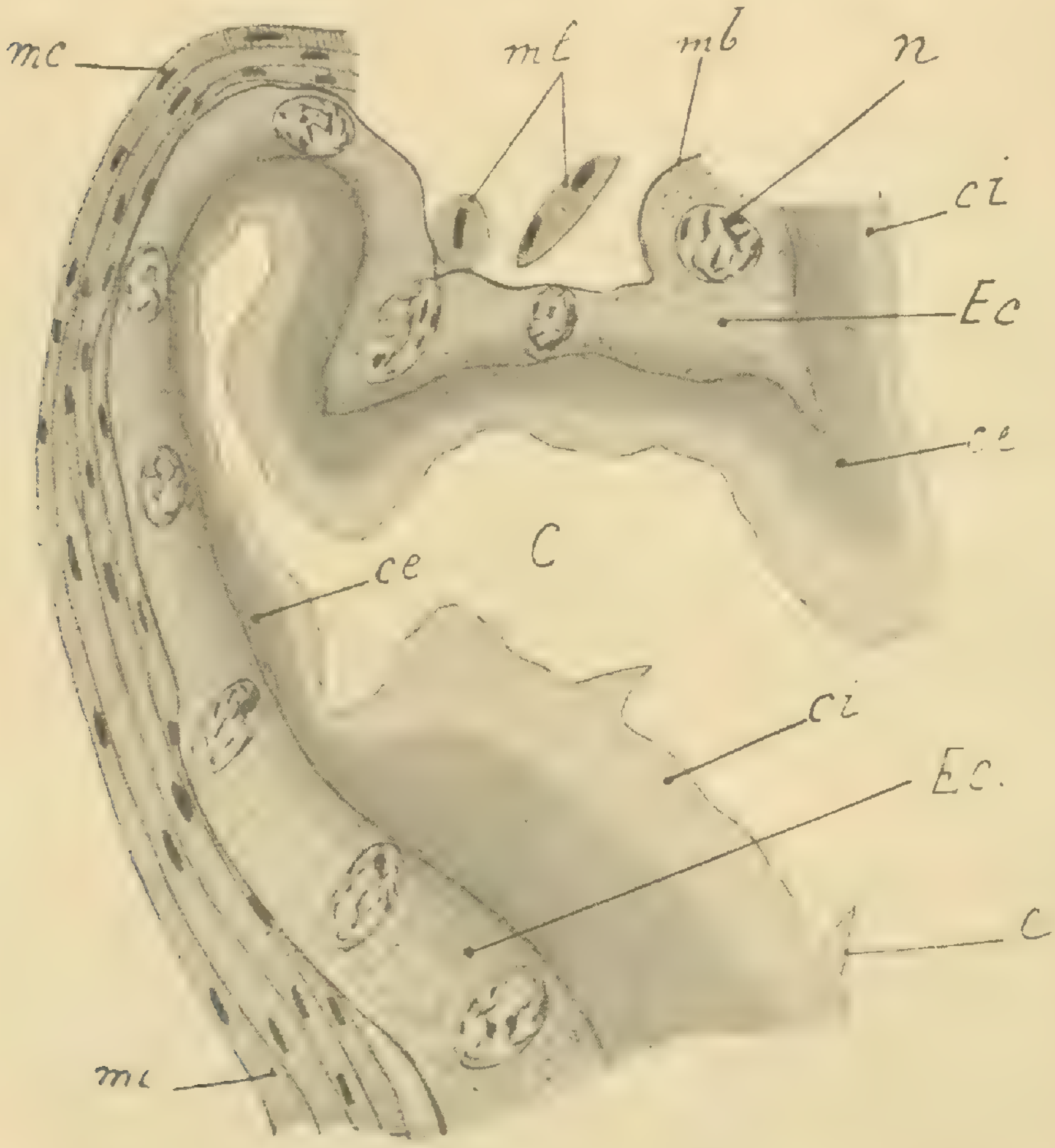


Fig. 21.

3° Enfin, vient, du côté interne, la cuticule ou *intima chitineuse*, très plissée et d'épaisseur variable (V. fig. 19, *c* et *ic*, fig. 20 *it* et *ie*, et fig. 21, *ci* et *ce*). C'est au sommet des replis qu'elle atteint son maximum d'épaisseur, tandis qu'elle est beaucoup plus mince et à parois parallèles au fond des dépressions comprises entre deux replis coniques ou simplement recourbés. Le sommet des replis porte généralement des denticules chitineux. On peut distinguer deux régions très nettes dans l'*intima*:

une région interne, hyaline, transparente, compacte et non colorable par les réactifs, et une zone externe à structure finement striée et se continuant, presque sans ligne de démarcation, avec le cytoplasme sous-jacent. Elle prend même, sous l'action des colorants, une teinte plus ou moins foncée. La séparation des deux zones n'est pas nettement caractérisée, et l'on passe insensiblement d'une région à l'autre.

Cette disposition en assises concentriques nous permet de considérer, dans le cas actuel, la *cuticule* ou *intima* interne comme résultant d'une solidification ou modification progres-

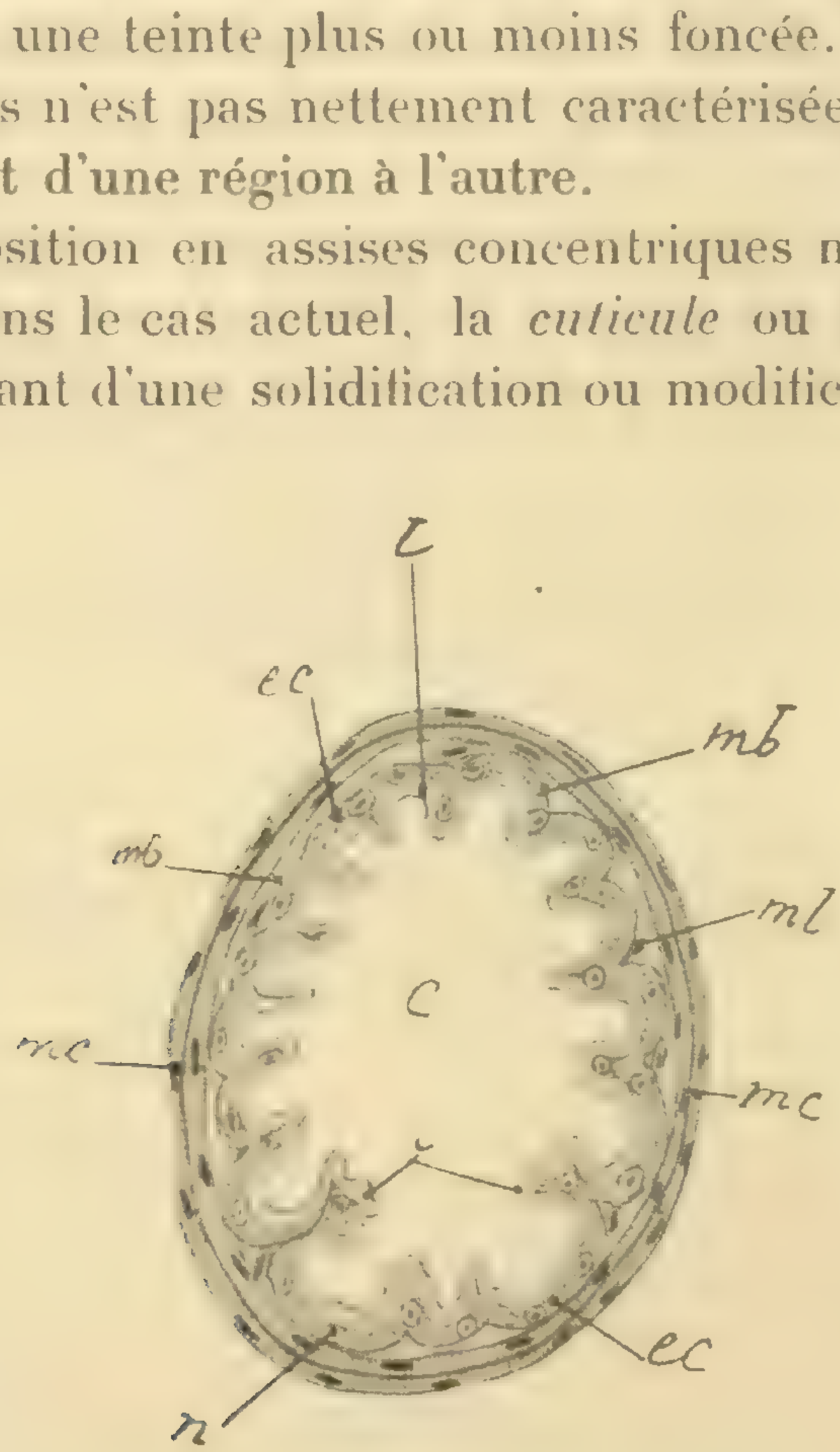


Fig. 22.

sive du protoplasme sous-jacent (V. fig. 19, 20 et 21) et non comme due à un mode particulier de sécrétion des cellules de l'assise chitinogène. Nous verrons, en effet, au paragraphe suivant, qu'on est loin d'être d'accord sur le mode de formation des membranes chitineuses.

Œsophage. — La structure histologique de l'*œsophage* est à peu près identique à celle du pharynx, avec cette différence toutefois que la cuticule chitineuse y est moins épaisse et y présente un plus grand nombre de replis, ainsi que l'indique la fig. 22 qui est le dessin d'une coupe passant à peu près

vers le milieu de l'organe. On a donc ici, comme pour le pharynx, les assises successives suivantes :

Une *intima* ou cuticule chitineuse interne (*i* fig. 22 et 23), très sinueuse ; une *assise épithéliale chitinogène* reposant sur une mince membrane basale (*mb* et *tp*) de nature conjonctive ; quelques *fibres musculaires longitudinales* (*ml*) localisées dans les replis, en arrière des cellules chitinogènes *ec* et *e*, et

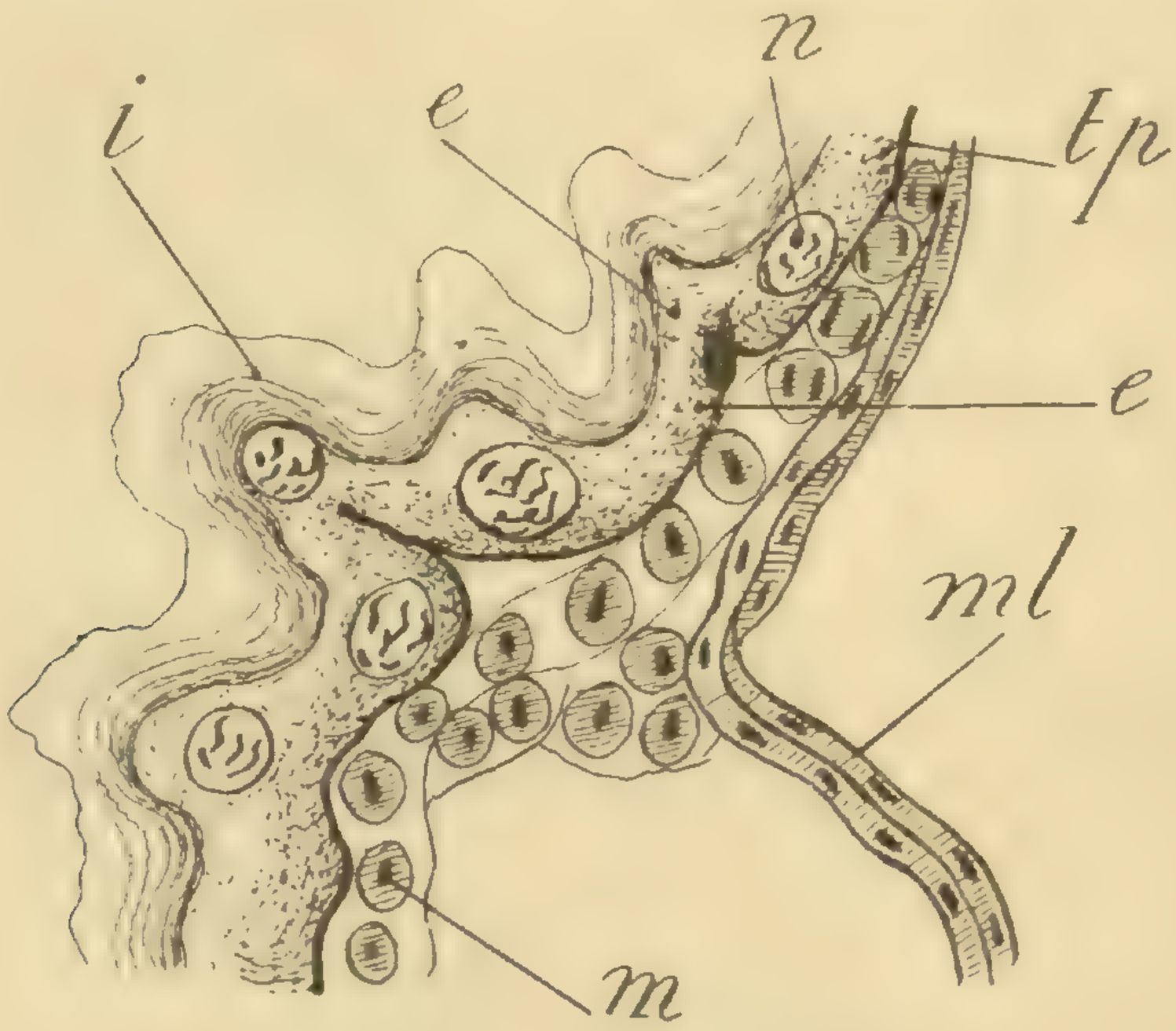


Fig. 23.

enfin une épaisse couche *musculaire circulaire* externe, formée par un certain nombre de faisceaux superposés (V. fig. 22). Le tout est enveloppé par une mince membrane péritonéale.

Vers l'extrémité postérieure de l'œsophage, c'est-à-dire immédiatement en avant de l'intestin moyen, les muscles circulaires sont internes et la mince musculature longitudinale est placée à l'extérieur (V. fig. 23).

Mode de formation de la cuticule.

Les histologistes ne sont nullement d'accord pour le mode de formatiou de la membrane cuticulaire ou intima chitineuse.

D'après Carnoy (1884), van Gehuchten (1890) et Balbiani

(1890), les cuticules et les membranes cuticulaires ne sont pas des produits de sécrétion des cellules épithéliales sous-jacentes, mais proviennent de la différenciation, à la fois physique et chimique, du protoplasme de ces cellules.

En 1900, nous avons écrit [1], en faisant l'histologie du conduit éjaculateur du *Lucanus cervus* (V. *Ann. des Sciences naturelles, Zoologie*, 10e série, t. XI, 1900), que l'épithélium chitinogène est formé par une simple assise de cellules cylindriques à gros noyaux central. Leur protoplasme est granuleux vers la base et fibrillaire du côté interne. Dans cette région, en effet, les parois des cellules deviennent indistinctes et on a toutes les transitions entre le contenu cellulaire et la membrane chitineuse : ce qui tendrait à prouver que l'*intima n'est pas une sécrétion, mais bien une différenciation du bord interne cytoplasmique cellulaire.*

Pour P. Vignon (*Thèse* 1902), la cuticule de l'œsophage du *Tenebrio molitor* résulte d'une émission liquide et d'une condensation immédiate de chitine hors de la cellule. Il s'agit, dans certains cas, d'une fonte cellulaire complète, c'est-à-dire d'une transformation sur place du protolpasme en chitine. Dans le bec de la *Sepia*, la chitine est due à une modification sur place de l'ectoplasme cellulaire. Dans certains cas cependant (larves de *Chironomus*), il est difficile de dire si la chitine résulte d'une simple transformation *in situ* du cytoplasme ou bien d'une excrétion. La question, comme on le voit, est loin d'être définitivement tranchée.

Enfin, il peut se former, d'après P. Vignon, des membranes cuticulaires à distance : tel est le cas, par exemple, de la *membrane péritrophique*. La chitine peut également s'appliquer sur un organe placé à une distance plus ou moins rapprochée et recouvrir ainsi les denticules de la *radula* chez les Mollusques ; elle peut aussi former des organes plus ou moins complexes. Parfois, elle se dépose à la surface de certains œufs et se durcit ensuite pour constituer leur coque. Pour ce qui est de la membrane péritrophique, deux théories sont

1. L. Bordas : *Les glandes génitales mâles des Coléoptères*, 1900.

en présence, ainsi que nous le verrons bientôt, pour expliquer son mode de formation. Pour certains auteurs, elle provient d'une zone cellulaire spéciale placée au sommet de l'intestin moyen ; pour d'autres, au contraire, l'épithélium tout entier de l'intestin moyen concourt à sa production.

Valvule œsophagienne : structure histologique et fonctions physiologiques.. — Nous avons vu précédemment que l'œsophage de la larve d'*Io Irene* ne se continue pas directement, du côté interne, avec les parois de l'intestin moyen, mais qu'il se prolonge, dans l'axe de ce dernier, en forme de tube très court ou de manchon évasé que nous avons désigné sous le nom de *valvule œsophagienne*.

Nous avons rencontré une pareille formation valvulaire, plus ou moins développée, chez toutes les larves de Lépidoptères que nous avons étudiées antérieurement : *Cnethocampa*, *Pleretes*, *Vanessa*, *Sphinx*, *Spilosoma*, *Pygaera*, *Cossus*, etc ...

Nous avons également signalé cette disposition si particulière chez les Hyménoptères (1894 et 1905). On trouve, en effet, chez les *Apidæ*, *Vespidæ*, *Bombinæ*, etc... un appendice vermiforme, plus ou moins allongé suivant les groupes, faisant directement suite au gésier, occupant l'axe de la partie antérieure de l'intestin moyen et qu'on doit considérer comme une valvule œsophagienne démesurément développée (V. *Appareil glandulaire des Hyménoptères* : Ann. des Sciences naturelles, 1894).

De nombreux auteurs ont attiré l'attention des zoologistes sur une pareille disposition anatomique dans plusieurs groupes d'Arthropodes.

Weismann l'a décrite chez les larves de *Musca vomitaria* et de *Sarcophaga carnaria* (1864), et Kowalevsky chez les Muscides (1887). Beauregard l'a désignée, chez les Vésicants, sous le nom de valvule cardiaque (1886). Schneider (1887) donne à la valvule œsophagienne le nom de trompe (Rüssel) et signale son existence chez les *Chironomus*, *Corethra*, *Formica*, *Vespa*, etc... Mingazzini (1889) la représente également chez les larves des Lamellicorne phytophages. Van Gehuchten (1890) en a fait une description anatomique et histologique

complète chez la larve d'un Diptère (*Ptychoptera contaminata*). En 1894, nous avons aussi signalé et décrit cet organe chez les larves et les Hyménoptères adultes, sous le nom d'*appendice vermiculaire*. Sadones chez les larves d'Éphémères (1896), Miall et Hammond (1900) chez les larves du *Simulium* et du *Chironomus*, Vignon (1902), etc... ont également décrit et figuré ce prolongement de la paroi postérieure œsophagienne.

Structure histologique. — La structure histologique de la *valvule œsophagienne* présente à considérer à peu près les mêmes assises que l'œsophage.

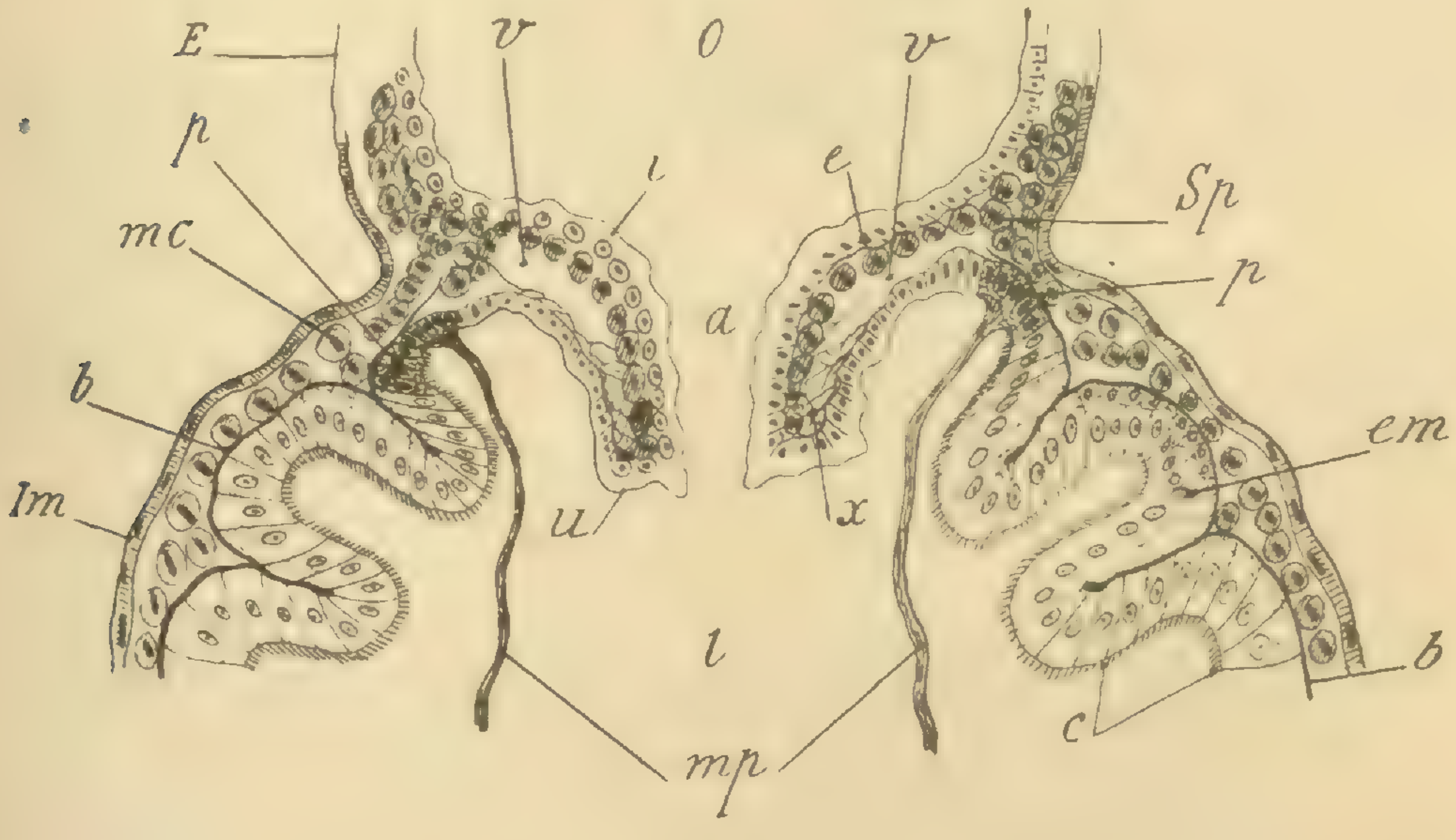


Fig. 24.

Au-dessous du puissant anneau musculaire, fonctionnant comme sphincter (V. fig. 24, *sp*), on peut distinguer, en partant de l'intérieur, c'est-à-dire de la cavité valvulaire, les différentes assises suivantes :

1° Une couche interne qui comprend une intima *i* et une assise épithéliale chitinogène *e*, qui ne sont, l'une et l'autre, que la continuation des couches similaires de l'intestin antérieur.

2° Des muscles circulaires, à fibres striées, prolongement direct de l'enveloppe musculaire annulaire de l'œsophage.

3° Des espaces lacunaires, plus ou moins étendus, dont l'ensemble constitue un sinus sanguin (*v* et *x* fig. 24);

4° Une assise épithéliale externe à cellules aplaties et 5° l'intima chitineuse, également extérieure, qui font directement suite à celles qui revêtent la face interne de la valvule œsophagienne.

Les cellules de l'épithélium chitinogène externe se continuent insensiblement avec le groupe des cellules génératrices *p* de la *membrane péritrophique*, éléments qui marquent le début de l'intestin moyen.

Indépendamment des cavités ou lacunes, généralement très étroites, situées vers l'extrémité libre de la valvule (*x*, fig. 24), nous avons rencontré également, chez la larve *d'Io Irene*, une lacune annulaire *v*, étroite, allongée et à section ovale, située au-dessous du sphincter œsophagien et limitée latéralement par la musculature annulaire interne et l'épithélium chitinogène externe de l'appendice valvulaire (V. fig. 24).

De pareilles cavités, plus ou moins régulières, existent également dans les valvules œsophagiennes des autres larves de Lépidoptères.

C'est van Gehuchten (1890) qui, le premier, a étudié, avec force détails, la structure histologique des cavités sanguines contenues dans la valvule œsophagienne de la *Ptychoptera contaminata*. Depuis, de semblables lacunes vasculaires ont été signalées chez diverses larves d'insectes : c'est ainsi que Miall et Hammond, en 1900, ont décrit des espaces sanguins dans la valvule œsophagienne des larves de *Simulium* et de *Chironomus*.

D'après van Gehuchten, les cavités sanguines de la *Ptychoptera* sont comprises entre la tunique musculaire et l'épithélium externe de la valvule cardiaque. Elles s'étendent, sur toute la longueur de cette dernière, jusqu'au niveau de l'anneau musculaire. Les parois de ces cavités ne sont pas pleines ; elles présentent, de distance en distance, des solutions de continuité permettant d'établir une libre communication entre les diverses lacunes. Le contenu de ces cavités n'est pas du protoplasme, mais de nom-

breux globules sanguins. Chaque globule contient une volumineuse vacuole qui refoule le noyau contre la membrane périphérique, donnant ainsi à l'élément l'apparence d'une cellule adipeuse. Ces lacunes de la valvule œsophagienne sont donc des cavités sanguines, dont le contenu est du plasma sanguin coagulé.

Au point de vue *physiologique*, la valvule œsophagienne a surtout pour fonction d'empêcher la marche rétrograde des aliments de l'intestin moyen *i* vers l'œsophage *o* (V. fig. 24).

Intestin moyen.

Dans l'étude histologique de l'intestin moyen, nous aurons à examiner successivement les parties suivantes, la *membrane péritrophique*, les *bourrelets glandulaires*, le *revêtement ciliaire* et l'*épithélium intestinal*.

Membrane péritrophique. — On trouve, chez la larve d'*Io Irene*, en arrière du point d'insertion de la valvule œsophagienne, une bande annulaire de cellules, de structure particulière, cylindriques et à contenu cytoplasmique granuleux, qui marquent l'origine de l'intestin moyen : *ce sont les cellules génératrices de la membrane péritrophique* (V. fig. 24, *p*).

L'existence de cette membrane a été signalée, pour la première fois, par Lyonet (1762). Cet auteur, en effet, dans sa description du ventricule (intestin moyen) de la chenille du *Cossus*, parle d'une production membraneuse qui paraît être le *Trichter* de Schneider, le *Funnel* de Miall et Hammond et la *membrane péritrophique* de Balbiani et des autres Entomologistes français.

Ayant, dit Lyonet, noyé dans l'eau une grande chenille qui paraissait parfaitement saine, je ne trouvai aucun aliment ni dans son ventricule, ni dans son gros intestin, mais je constatai *que toute la cavité interne du ventricule, d'un bout à l'autre, était tapissée d'une membrane blanchâtre qui se terminait précisément aux deux extrémités du viscère, sans qu'on en vît aucune trace, ni dans l'œsophage, ni dans les intestins.* Cette couche était très adhérente au tégument intérieur du ventricule ; elle avait beaucoup moins de consistance que les

muscles et en avait plus que le corps graisseux. Vue à la loupe, elle paraissait crevassée en tous sens, mais surtout longitudinalement. On n'y découvrait au microscope aucun vaisseau, ni fibres, ni rien qui pût faire croire que c'était une partie organisée. Elle avait plutôt l'apparence d'une matière figée, mais figée avec régularité et qui avait été fournie par les pores du tégument intérieur du ventricule. Dans cette chenille, les deux tuniques, du ventricule si l'on peut dire qu'il y en avait deux, étaient si adhérentes qu'elles n'en formaient qu'une seule. Il est hors de doute que Lyonet décrit là, pour la première fois, une membrane qui n'est autre chose que la membrane péritrophique. Cette sorte de sac intestinal interne, enveloppant les aliments, a été depuis rencontré chez un grand nombre d'Insectes, de Myriapodes et de Crustacés (*Cladocères et Cirrhèdes*).

Ce n'est donc pas, comme l'a cru Schneider, Ramdohr qui, le premier, l'a découverte chez l'*Hemerobius perla*. Wagner l'a signalée dans les larves vivipares des Cécidomyies. Plateau (1878) l'a décrite chez les Myriapodes ; Schneider (1887) chez un grand nombre d'Insectes ; Balbiani (1890) chez les Crytops ; Van Gehuchten (1890) chez la larve de *Ptychoptera contaminata* ; Cuénot (1896) a confirmé son existence chez quelques Orthoptères ; Miall et Hammond (1900) l'ont également signalée chez la larve du *Chironomus* etc...

La *membrane péritrophique* est également présente chez les Diptères et les *larves de Lépidoptères*. On la rencontre, aussi chez les Thysanoures, les Fourmis, les Guêpes, chez quelques Gastéropodes (*Lymnées*, *Helix*, *Limax*), etc... Par contre, elle manque dans quelques groupes d'Insectes, tels que les Hémiptères, les Carabides, les Dytiscides, les Ichneumonides, les Cynipides, les Tenthrédinides, les Lépidoptères adultes, etc....

Origine de la membrane péritrophique.

Rien n'est encore moins définitivement établi que l'origine de cette membrane, enveloppant à la façon d'un sac, les matières

alimentaires contenues dans l'intestin moyen. Un grand nombre d'hypothèses ont été, du reste, émises sur cette question.

Pour Pagenstecher (1864), la *membrane péritrophique* est un produit de sécrétion des glandes salivaires. Metschnikoff (1866) la considère comme de nature chitineuse; Plateau (1878) pense qu'elle est le résultat d'une sécrétion spéciale de l'intestin moyen; Schneider (1887) voit en elle un prolongement direct de la cuticule interne de l'œsophage et pense qu'elle a pour but d'empêcher les particules alimentaires de se mettre directement en contact avec l'épithélium de l'intestin moyen. Il admet aussi qu'elle se régénère sans cesse vers la région œsophagienne. Plateau, Balbiani, Verson, Quajet, etc... considèrent la membrane péritrophique comme le résultat de la sécrétion de l'intestin moyen; ils croient qu'elle se forme à la surface des cellules épithéliales proprement dites et qu'elle représente leur cuticule (V. fig. 24 *mp*).

D'après van Gehuchten, la membrane péritrophique n'est nullement le prolongement de la cuticule œsophagienne ; elle n'est pas, non plus, un produit de sécrétion des cellules de l'intestin moyen, puisque ces sécrétions sont liquides et se déversent directement dans l'espace circulaire libre existant entre cette membrane et l'épithélium. Il admet, au contraire, *que la membrane péritrophique est sécrétée par des cellules spéciales placées à l'origine du proventricule* (Intestin moyen). Les productions cellulaires passent dans la fente annulaire comprise entre la paroi propre intestinale et la face externe de la valvule œsophagienne. Les sécrétions, d'après cet auteur, pourraient se condenser en une membrane continue qui, au niveau de l'embouchure de la valvule, s'appliqueraient directement sur les matières alimentaires (V. fig. 24).

Cette hypothèse est admise par Cuénot (1895) pour les Orthoptères, par Miall et Hammond (1900) pour les larves du *Chironomus*, etc..

Plus récemment, P. Vignon (*Thèse*, 1902) a fait de nouvelles recherches, à la suite de nombreux auteurs, sur le mode de formation de la membrane péritrophique chez la larve du *Chirono-*

mus plumosus. D'après lui, cette membrane est sécrétée, sous forme de chitine fluide, par les premières cellules de l'intestin moyen (*cellules de la membrane péritrophique*, V. fig. 25, *cm*).

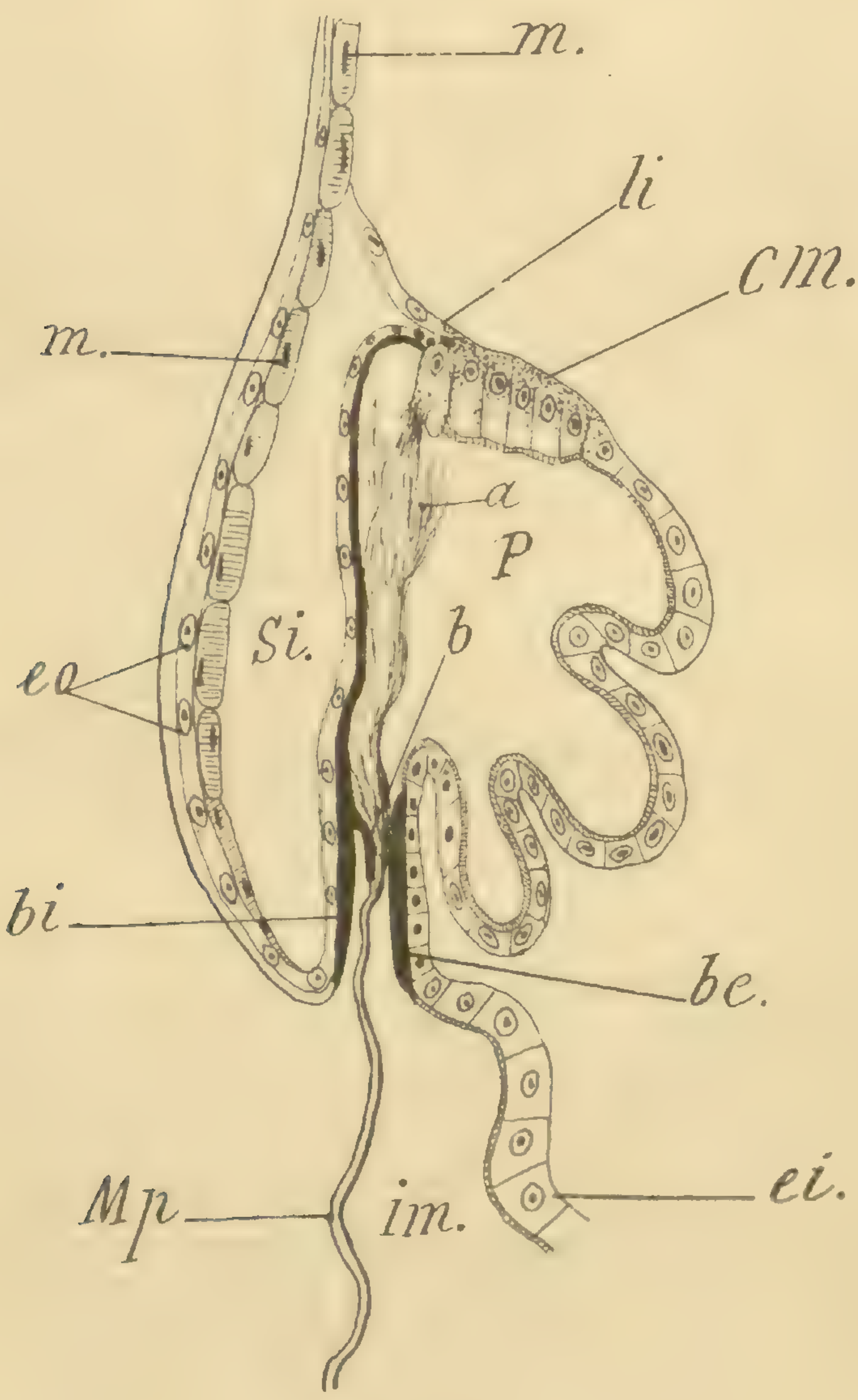


Fig. 25.

La nappe chitineuse forme un manchon qui se moule sur la mince cuticule de la paroi réfléchie de la valvule cardiaque. Elle est ensuite laminée entre deux bagues chitineuses (V. fig. 25) et se trouve entraînée, dans cet appareil, par suite de la tension que les aliments, renfermés dans le sac ou enton-

noir péritrophique, exercent sur les parois de ce cylindre quand ils avancent dans l'intestin sous l'action de la *vis a tergo*.

Le laminoir comprend :

1° Une bague *chitineuse externe* qui est sécrétée par l'épithélium de l'intestin moyen formant, en ce point, un cylindre parallèle à celui que forme la paroi réfléchie de la valvule cardiaque (V. fig. 25, *be*). Cette bague *be*, épaisse, modérément dure, plus ou moins vacuolisée, est sécrétée à l'état liquide au travers des intervalles que laissent les bâtonnets de la bordure en brosse de l'épithélium *ei*.

2° Une *bague chitineuse interne bi*, très dure, portant une mince bague accessoire (V. fig. 25, *b*) qui joue le rôle du cuir embouti d'un piston, évite le décollement du manchon chitineux semi-fluide qui formera la membrane péritrophique et empêche, en outre, le reflux des aliments ou des liquides qui pénètrent librement entre la bague interne et la membrane péritrophique *mp*.

Cette dernière est donc produite par une véritable sécrétion de *cellules-mères* spéciales de cette membrane (V. fig. 25, *cm*). Dans cette figure, on a même représenté à part une de ces cellules, sur le bord libre de laquelle la chitine fluide s'écoule en nappe (*a*), a côté d'une grosse vésicule sarcodique.

Larve d'Io Irene. — Chez la larve d'*Io Irene*, nous avons constaté, à l'origine de l'intestin moyen, une bordure de cellules disposées circulairement et présentant une structure différente de celle du reste de l'épithélium intestinal. Ces cellules sont hautes, étroites, cylindriques et revêtues d'une bordure ciliée : *ce sont les cellules génératrices de la membrane péritrophique* (V. fig. 24, *p*). Ces cellules contiennent un protoplasme finement granuleux, avec de nombreuse vacuoles entourant le noyau. Elles se continuent presque directement, sans ligne de démarcation bien apparente, avec l'épithélium chitinogène externe de la valvule œsophagienne. La transition est cependant moins brusque du côté des cellules intestinales (*em*), où on passe insensiblement d'une région à l'autre.

La nature du protoplasme, la présence de nombreuses vacuoles internes, celle de gouttelettes d'excrétion sur le bord

et surtout le contact de la partie initiale de la membrane péritrophique avec cette zone, indiquent suffisamment l'activité sécrétrice et le rôle physiologique de ces éléments épithéliaux dont le but est de produire la membrane en question (*mp*). On peut donc affirmer que, dans le cas actuel, *la production de la membrane péritrophique est due à la sécrétion d'une bande de cellules génératrices, marquant l'origine de l'intestin moyen, cellules modifiées et adaptées à des fonctions toutes spéciales.*

Fonctions de la membrane péritrophique.

Cette membrane reçoit les aliments à leur sortie de l'œsophage. Ces aliments, imbibés tout d'abord par les sucs salivaires, ne tardent pas à subir l'action des liquides sécrétés par les parois intestinales Les liquides digestifs, déversés en premier lieu dans l'espace annulaire compris entre les parois de la membrane et celles de l'intestin moyen, passent par osmose à travers la première et imbibent en définitive les substances alimentaires. D'autre part, un courant inverse du premier ne tarde pas à se produire. Les matières nutritives, dissoutes et assimilables, quittent ensuite le sac chitineux formé par la membrane péritrophique, sont saisies et englobées par les cellules absorbantes de l'intestin moyen (V. fig. 24, *em*).

Les résidus alimentaires passent, à la fin de la digestion, dans l'intestin terminal et sont, de là, expulsés au dehors.

En disséquant de nombreuses larves d'Insectes, nous avons rencontré fréquemment le sac péritrophique gonflé par les aliments qu'on peut, de la sorte, enlever d'un seul bloc de la cavité intestinale.

La membrane péritrophique doit également servir, ainsi que l'a reconnu Schiemenz (1883), à protéger l'épithélium de l'intestin moyen contre les chocs et l'action mécanique des aliments durs et rugueux qui viennent de l'œsophage. Ces aliments peuvent ainsi traverser le canal digestif et être rejetés au dehors sans avoir occasionné à l'organe la moindre lésion.

Bourrelets glandulaires.

Nous avons dit, au début de notre travail, en décrivant le tube digestif larvaire, qu'il existe, à l'origine de l'intestin moyen, un certain nombre de bourrelets disposés suivant deux demi-cercles et ne présentant que deux solutions de continuité sur les lignes médio-dorsale et médio-ventrale. Ces

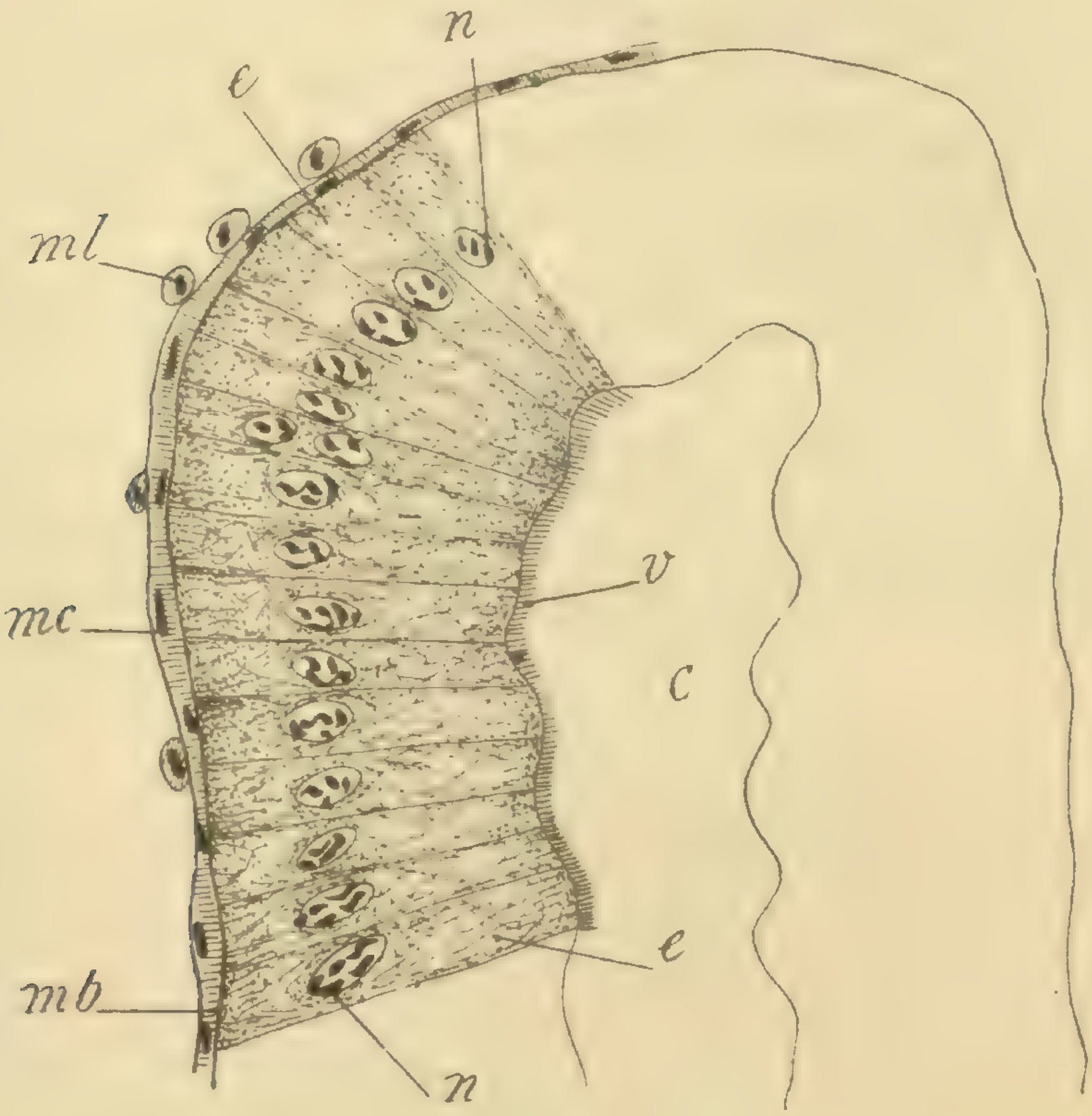


Fig. 26.

bourrelets sont des sortes d'évaginations internes, irrégulières et en forme de doigts de gant. Leur cavité s'ouvre dans le canal alimentaire par un petit pertuis. La structure des hautes cellules qui tapissent ces cryptes si caractéristiques permettent de leur attribuer une fonction essentiellement sécrétrice.

Une section transversale faite dans ces bourrelets ou cryptes permet d'y signaler :

1° Une enveloppe musculaire externe, composée de fibres longitudinales et de fibres circulaires (V. fig. 26, *ml* et *mc*);

2° Une membrane basilaire (*mb*), mince et de nature conjonctive, sur laquelle repose l'épithélium de la crypte ;

3° Une assise de hautes cellules à bordure interne ciliée (*e*). Chaque cellule est à peu près cylindrique ; certaines ont cependant leur base élargie et leur sommet plus étroit. Le contenu cytoplasmique est granuleux extérieurement, vacuolaire autour du noyau et strié du côté interne. Les noyaux (*n*) sont généralement ovales. Enfin, le bord libre de l'assise épithéliale est recouvert d'une production ciliforme très caractéristique. Entre les cils, on voit fréquemment, sur le côté libre des cellules, de petites vésicules saillantes, arrondies ou pourvues de pédicules plus ou moins allongés. Ces pédicules s'étirent, s'amincissent, se rompent, et la vésicule ou globule, qui est un produit de sécrétion, tombe dans la cavité de la crypte (V. fig. 26, *c*)

Bordure en brosse ou épithélium cilié de l'intestin moyen.

Les cellules qui forment les parois internes de l'intestin moyen sont hautes, cylindriques et se continuent directement avec les *cellules génératrices* de la membrane péritrophique. Ces dernières, qui marquent l'origine de l'intestin moyen, sont, avons-nous dit, également cylindriques et contiennent un protoplasme sombre, finement granuleux et une bordure en brosse. Elles se continuent, par des transitions insensibles, avec les cellules qui limitent la face externe de la valvule œsophagienne et n'en diffèrent que par l'absence d'un revêtement chitineux (*intima*), qui est ici remplacé par la bordure de cils.

La bordure en brosse, dont la notion aujourd'hui classique est universellement admise chez les Arthropodes, est très caractéristique et bien développée à la surface épithéliale de l'intestin moyen de la larve d'*Io Irene*.

C'est Henle (1837) qui, le premier, décrivit un plateau recouvrant les villosités intestinales. En 1843, Gruby et Delafond considèrent ce plateau comme un bourrelet transparent et, en 1856, Kölliker pense que les stries sont dues à de nombreux canalicules traversant le plateau. Pour Bretauer et Steinach, les striations sont formées par des bâtonnets juxtaposés. Wiegandt (1860) et Dönitz (1864) émettent, quelques années plus

tard, l'opinion que le plateau est un produit de sécrétion cellulaire. D'après Heidenhain (1888), le plateau strié comprend deux parties : des bâtonnets ou prolongements directs du protoplasme et une substance homogène perforée, à travers laquelle passent les bâtonnets.

Leydig (1857) avait également signalé l'existence d'un plateau à la surface des cellules des tubes de Malpighi de certains insectes. Plus tard (1886), Frenzel le cite dans les cellules hépatiques des Mollusques et décrit, à la surface de l'épithélium de l'intestin moyen des insectes, une bordure composée de filaments très fins, très déliés, indépendants les uns des autres et à extrémités libres. De plus, il considère ce plateau ou bordure ciliée comme un simple organe destiné à protéger les cellules contre les lésions dues aux aliments ou à toute autre cause externe. Van Gehuchten (1890) admet cette même théorie quant à la fonction. Mais, d'après cet auteur, les filaments ciliaires s'insèrent, d'une part, sur une première membrane qui limite le protoplasme et, de l'autre, sur une très fine membrane externe. Il arrive même parfois, dit-il, que le plateau est double et que les longs et grêles filaments qui le constituent présentent, en leur milieu, un léger épaississement. Les épaississements des stries voisines se correspondent et sont reliés les uns aux autres par une trabécule transversale. Par leur ensemble, ceux-ci forment alors une ligne continue parallèle à la membrane basale et à la membrane externe du plateau. Parfois même, il paraît exister trois plateaux superposés !

Une pareille structure nous semble erronée et nous n'avons rencontré aucune disposition semblable chez la larve d'*Io Irene*.

Comme il serait oiseux et surtout trop long de continuer cet historique sur les épithéliums ciliés et les bordures en brosse chez les Arthropodes, nous renvoyons le lecteur aux ouvages suivants : L'*Année biologique* (1899), la *Thèse* de P. Vignon (1902) et le *Traité d'histologie* de MM. Prenant, Bouin et Maillard (1904).

Histologie de l'intestin moyen.

La partie la plus importante des parois de l'intestin moyen est constituée par l'*épithélium*. Ce dernier est formé de cellules cylindriques, assez allongées et reposant sur la *membrane basilaire* ou *tunica propria* qui le sépare de la couche musculaire circulaire (V. fig. 27 et 28).

La face interne de l'épithélium est plus ou moins régulière et porte de nombreux globules d'excrétion suivant le degré d'activité physiologique de l'organe (V. fig. 28, *sg*). D'autre part, on y remarque très nettement une bordure en brosse (*b*, Fig. 27)

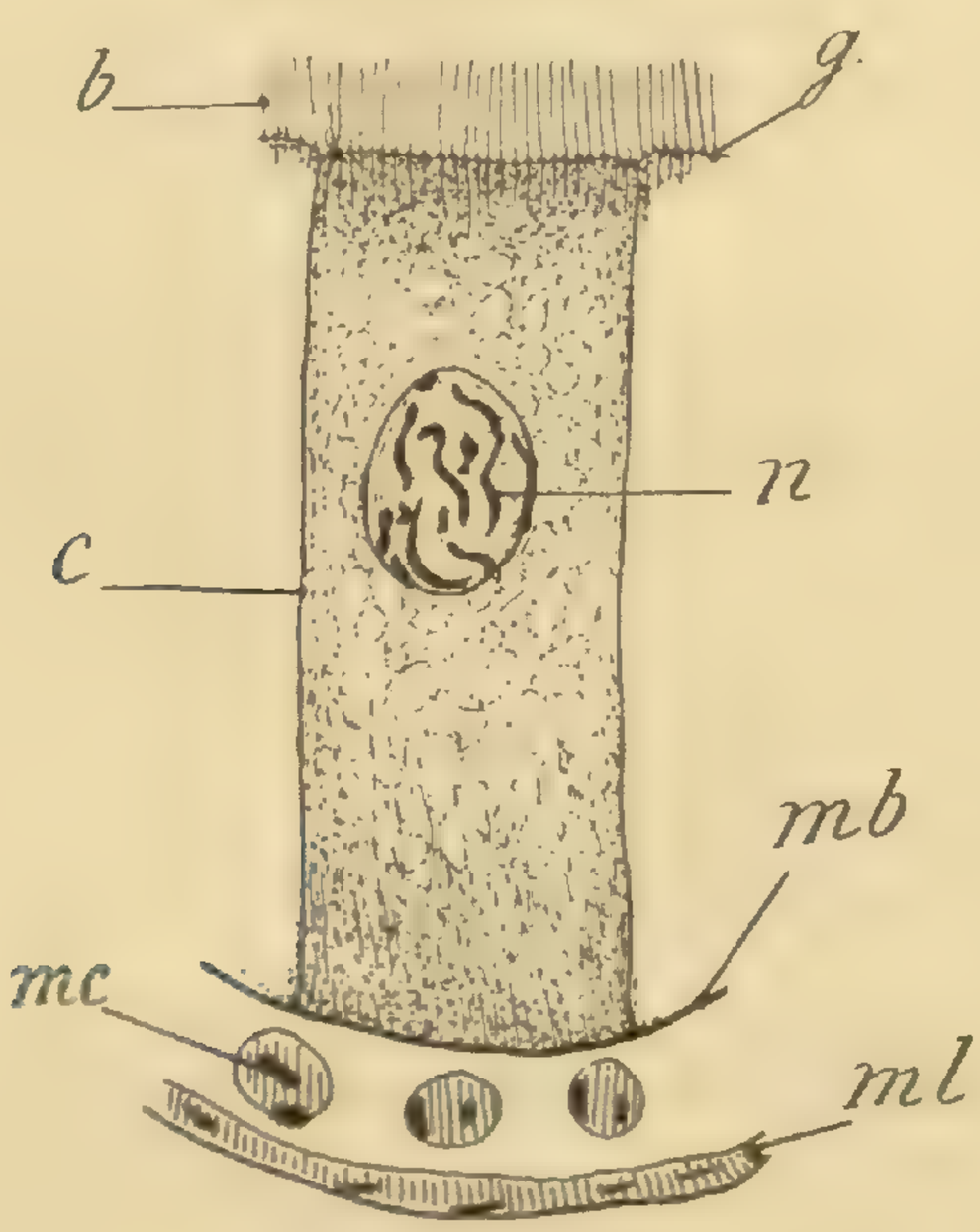


Fig. 27.

constituée par des cils longs, minces, rigides, immobiles, implantés sur de petits corpuscules basilaires (bouton basal *g*) situés sur la face libre de chaque cellule. De chaque bouton basal part un mince prolongement filamenteux ou racine ciliaire qui, après un court trajet, va se perdre dans la zone ectoplasmique interne, finement granuleuse, du cytoplasme cellulaire (V. fig. 27).

On peut, dans chaque cellule, considérer plusieurs régions protoplasmiques ;

1° Une zone externe, en rapport avec la membrane basale (*mb*, fig. 28), comprenant un protoplasme à stries radiales, très apparentes et fort nombreuses.

2° Une région médiane, entourant le noyau et constituée par un contenu hyalin et vacuolaire.

Enfin 3°, vient, du côté interne, une zone finement granuleuse, comprise entre le noyau et la bordure ciliée (*ci*).

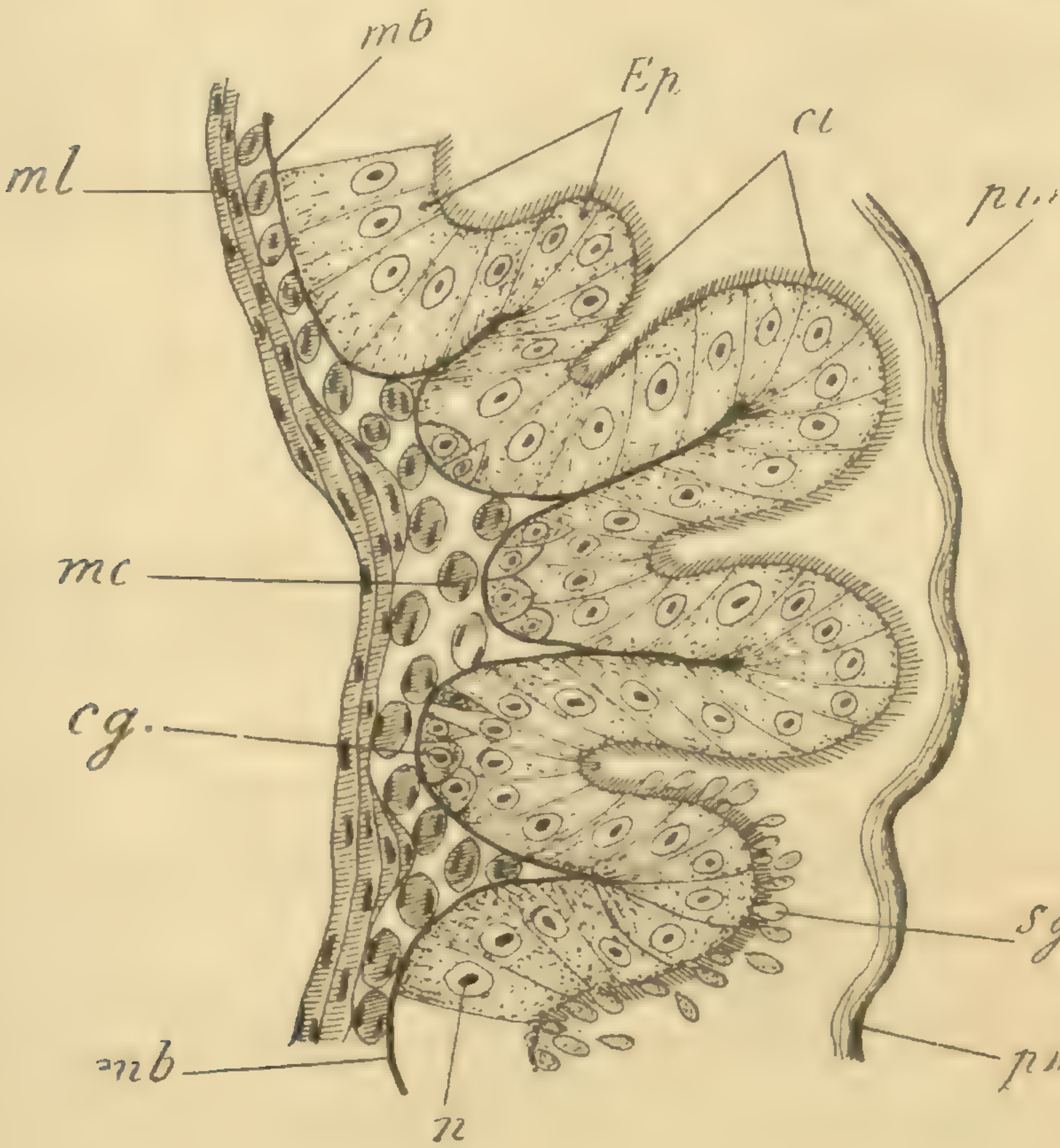


Fig. 28.

On observe même, dans certaines régions et suivant les coupes, l'aspect présenté par les cellules sécrétantes. Ces dernières portent, appendus à leur bord interne, un grand nombre de globules ou vésicules d'excrétion, ayant les formes les plus diverses : coniques, hémisphériques, piriformes, en massue etc... Certains globules sarcodiques sont même pourvus d'un col ou pédoncule plus ou moins long les rattachant aux cellules (V. fig. 28, *sg*). Dans ce cas, la bordure en brosse est très

nette et les divers cils fort apparents. Ils ont alors la forme de bâtonnets libres, fixés à la membrane externe cellulaire par un renflement ou bouton basal. L'ensemble de ces granulations donne à cette membrane un aspect moniliforme (*g*, fig. 27). De chacun de ces corpuscules part, ainsi que nous l'avons déjà dit, un mince filament qui pénètre plus ou moins profondément dans le cytoplasme sous-jacent.

Le contenu des globules d'excrétion est souvent expulsé par rupture de leur mince membrane d'enveloppe. Il tombe alors dans la cavité intestinale et se mêle aux aliments. Chaque cellule, après avoir repris sa forme initiale, se met de nouveau à sécréter et les mêmes phénomènes se reproduisent dans le même ordre.

D'autres fois, cependant, le pédicule s'étire, s'allonge, devient filiforme, se rompt finalement et laisse tomber dans la cavité intestinale le globule sécrété. La paroi cellulaire se referme jusqu'à l'apparition d'un nouveau globule d'excrétion.

Le plateau ne joue aucun rôle dans la sécrétion cellulaire et ne fait que constituer un revêtement protecteur autour des cellules : il les garantit contre les lésions externes dues aux aliments. Mais ce rôle défensif est surtout dévolu, ainsi que nous l'avons constaté déjà, à la membrane péritrophique.

Les éléments épithéliaux, après avoir fonctionné pendant quelque temps, se détruisent, disparaissent et leur noyau est expulsé avec les produits excrétés. Ils sont alors remplacés par des cellules nouvelles, provenant de l'évolution d'éléments plus jeunes (cellules ou noyaux générateurs) situés dans des cryptes (ou *nidi*) de régénération, abondantes surtout au fond des dépressions situées entre deux bourrelets (V. fig. 28, *cg*).

Quant à la question concernant la genèse de ces éléments formateurs, elle n'est pas encore complètement élucidée.

Au cours de la sécrétion, le noyau (*n*) conserve toujours sa même forme et ne présente aucune modification spéciale de structure.

Les produits sécrétés par l'épithélium intestinal ne sont pas directement mis en contact avec les aliments et en sont separés par la membrane péritrophique (*pm*, fig. 28), que nous

connaissons déjà et qui est sécrétée par les premières cellules de l'intestin moyen. Cette membrane constitue donc une sorte de sac entourant les matières alimentaires. Elle joue, sans nul doute, le rôle d'organe protecteur en empêchant les aliments de léser l'épithélium de l'intestin moyen.

Les liquides sécrétés et les substances assimilables doivent donc traverser, par osmose et en sens inverse, cette membrane cuticulaire si caractéristique.

En dehors de l'épithélium, les parois de l'intestin moyen comprennent encore, en allant de dedans en dehors ;

1° Une membrane basale, très mince et de nature conjonctive, sur laquelle reposent les cellules ;

2° De nombreux faisceaux musculaires circulaires, très abondants au fond des replis intestinaux ;

3° Des fibres longitudinales disposées suivant deux ou trois assises superposées ;

4° Une très mince membrane externe (*membrane péritonéale*) enveloppant l'organe tout entier.

CHAPITRE IV

Structure histologique de l'intestin terminal.

L'*intestin postérieur* ou terminal commence un peu en arrière de l'embouchure des conduits excréteurs communs des tubes de Malpighi. Sa structure histologique est à peu près uniforme jusqu'à l'ampoule rectale, et les diverses régions de l'organe ne diffèrent, les unes des autres, que par le nombre plus ou moins considérable des replis développés dans telle ou telle partie du canal.

Une coupe transversale, pratiquée dans la zone médiane de l'intestin postérieur, présente à considérer, en partant de l'extérieur, les parties suivantes (V. fig. 29) :

1° Des fibres musculaires longitudinales, groupées en faisceaux espacés de distance en distance et disposés en forme de cordons blanchâtres (*ml*). L'organe tout entier est entouré par une très mince membrane péritonéale.

2° Une couche de faisceaux musculaires circulaires, comprenant un nombre d'assises variable suivant les régions de l'intestin postérieur (*mc*). En certains points, la musculature s'épaissit et forme des sphincters plus ou moins puissants. On rencontre ces sphincters à l'origine de l'intestin terminal, en arrière du premier renflement et autour de l'orifice anal.

3° Vient ensuite une membrane basale (*mb*), de nature conjonctive, supportant l'épithélium interne.

4° L'épithélium interne (*Ep*) est constitué par de larges cellules aplaties, à contours latéraux indistincts et présentant ainsi l'apparence d'un syncytium. Leur protoplasme est finement granuleux. Leurs noyaux sont sphériques et occupent le bord interne cellulaire. Chacun d'eux est entouré d'une auréole blanchâtre et transparente.

Enfin, 5° la bordure épithéliale est recouverte d'une mince cuticule ou intima chitineuse (*ic*, fig. 29), beaucoup moins épaisse que celle de l'œsophage, hyaline intérieurement et présentant, dans sa zone externe, en face des cellules de l'épithélium chitinogène (*Ep*), de fines striations transversales parallèles.

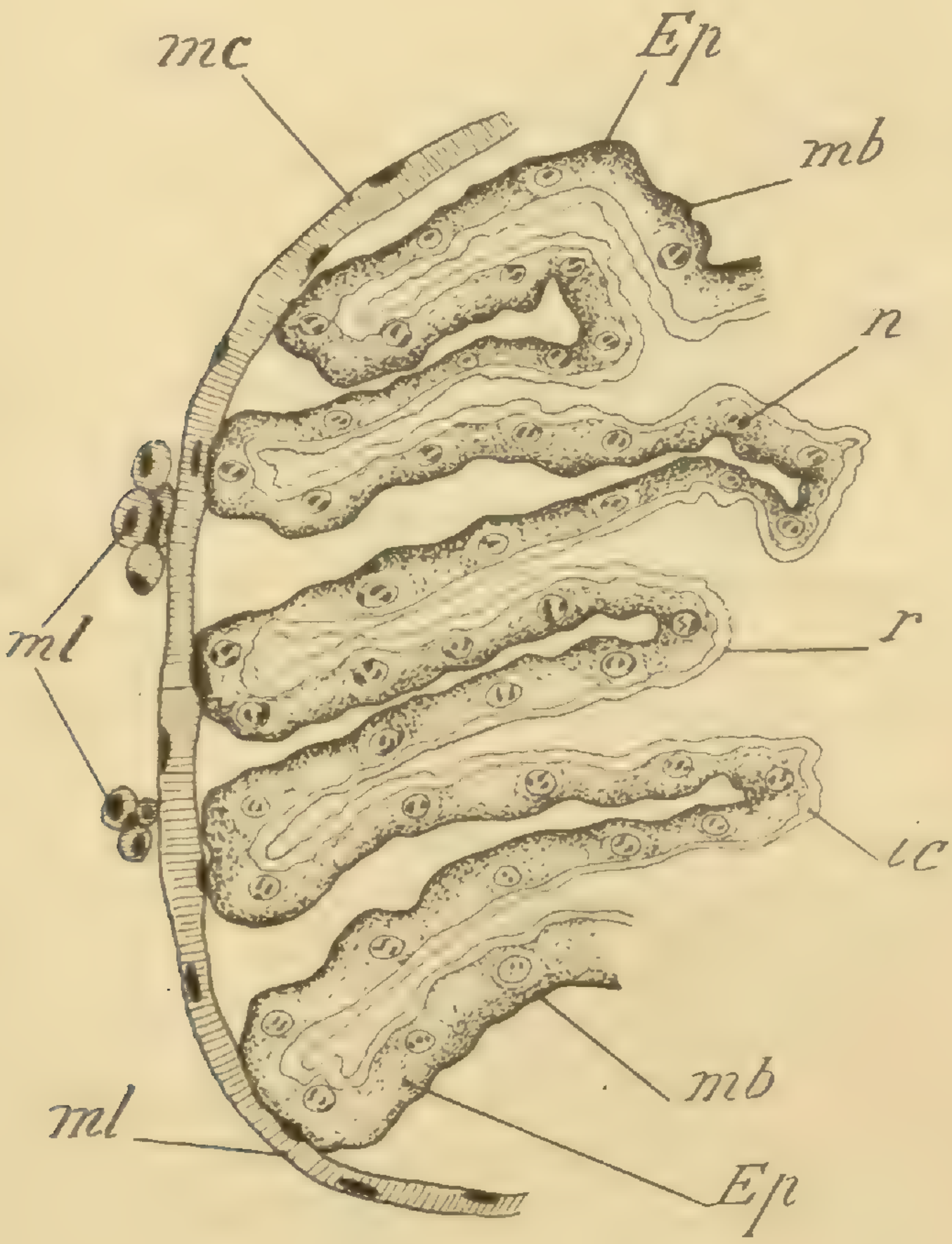


Fig. 29.

Le bord interne de la cuticule présente de nombreux replis, des denticules et, dans la partie antérieure de l'intestin terminal, de fines soies chitineuses, courtes et fortement colorées en jaune (V. fig. 29, *r*).

Les replis sont plus ou moins accentués suivant les régions. Dans les zones correspondant aux renflements, ces replis sont peu prononcés ; par contre, aux étranglements, ils sont très développés, allongés et vont jusqu'à confluer sur les côtés.

CHAPITRE V

Glandes sériciġènes de la larve *d'Io Irene*.

Historique.

Les recherches de Helm (1876), les récents travaux de Gilson (1890), ceux de L. Blanc (1890-91) etc... ont fait connaître, dans leurs traits essentiels, l'anatomie, l'histologie et la physiologie des *glandes sériciġènes* du Ver à soie.

Au commencement du XVII[e] siècle, en 1602, Aldrovande donna une description très sommaire et inexacte de ces glandes « qui se terminent dans la bouche, par où, dit-il, sort le filament soyeux ».

Pour Gœdartius (1662), ce filament s'échappe de mamelons dorsaux, où le Ver, par un mouvement de torsion, vient le saisir pour en former son cocon.

Jonston (1653) consacre un chapitre entier de son livre à l'anatomie du Ver à soie. Cependant, les descriptions données par Malpighi (1669) sur les larves du *Bombyx* sont beaucoup plus exactes et plus précises que celles fournies par ses prédécesseurs. Il existe, dit-il, une espèce de trompe courte, pendante sous la bouche comme un menton et laissant s'échapper, par son extrémité perforée, un filament qui naît du suc glutineux que les conduits soyeux y ont amené. Certains détails de structure des glandes sériciġènes, tels que la position, la longueur, la couleur, les replis extérieurs etc... sont assez fidèlement mentionnés. Le conduit excréteur impair lui a complètement échappé et il ne connaissait que la partie double antérieure des deux vaisseaux membraneux qui contiennent, dit-il, comme l'intestin, de la nourriture, c'est-à-dire le suc soyeux. Donc, si les faits rapportés par Malpighi sont suffi-

samment exacts, par contre, les planches qui accompagnent son texte ne donnent qu'une idée vague et confuse de l'organisation interne de la larve.

Blasius, dans son *Anatome animalium* (1681), ne fait que reproduire, presque *in extenso*, certains passages du traité de Malpighi et recopier quelques figures du même travail.

En disséquant une Chenille vivant sur les orties (*Vanessa urticæ*), Swammerdam (1685) découvrit sous l'intestin, deux petits tubes, plusieurs fois recourbés sur eux-mêmes, qu'il assimila à ceux, déjà connus, du Ver à soie. La figure qui accompagne le texte montre également que ces organes sont des glandes séricigènes.

A Leuwenhoek on doit deux découvertes importantes :

1° Que le fil de soie proprement dit est double et composé de deux filaments simples unis par une matière gluante. Il constata, en outre, que chacun des fils constitutifs n'est pas rond, mais aplati et diffère des fils de coton, de laine ou de soie,

Et, 2° que le fil soyeux ne sort pas de la bouche de la Chenille, mais bien d'un petit tubercule situé un peu au-dessous.

Réaumur, quelque soixante ans plus tard (1734), décrivit, figura et désigna sous le nom de *filière* l'appendice au sommet duquel s'échappe le fil de soie. De plus, grâce au traitement des Chenilles par l'alcool, il put étudier, d'une façon plus complète que ne l'avait fait Malpighi, les glandes séricigènes et leurs canaux excréteurs.

En 1756, Rösel von Rosenhof est encore plus clair et plus explicite dans sa description. Il appelle *papille fileuse* le tubercule d'où sort le filament soyeux. Pour lui, les deux conduits excréteurs ne se fusionnent pas et s'ouvrent séparément à la base de la filière. Ce qui tend à le lui démontrer, c'est que le fil soyeux apparaît, sortant de cette dernière, comme constitué par deux filaments collés ensemble. Il ne fait, en somme, que confirmer ce qui avait été dit par ses prédécesseurs.

Aussi, faut-il arriver à P. Lyonet (1762) pour avoir, sur l'anatomie des Chenilles de Lépidoptères, des descriptions complètes et d'une précision remarquable. Son travail, que Cuvier considérait comme le « chef-d'œuvre de l'anatomie et de la gravure »,

est infiniment supérieur, par la minutie des détails et surtout par l'exactitude des figures, à tout ce qu'avaient fait ses devanciers. Il consacre le chapitre XV tout entier de son *Traité anatomique* à la description des vaisseaux soyeux ou glandes séricigènes.

Ces vaisseaux ont, dit-il, chez la Chenille, plus de trois pouces de longueur. On peut y distinguer une partie antérieure, une partie moyenne et une partie postérieure.

La partie antérieure est un canal qui n'a que l'épaisseur d'un crin, et de 8 à 10 lignes de longueur. Il commence à la filière où il se trouve réuni en T. Après s'être séparés sur une faible longueur, les deux vaisseaux se rejoignent de nouveau. Ils sont comme soudés, l'un contre l'autre, par un corps oblong, long et bulbeux, dans lequel ils sont, dit-il, tant soit peu engagés. Lyonet donne deux figures, à la planche XVII, de ce corps bulbeux et des canaux excréteurs qui y sont engagés.

Dans la figure 10, pl. XIV, Lyonet représente également en partie les glandes soyeuses et signale l'endroit où. près de la filière, le vaisseau se réunit, en un canal commun, avec le vaisseau du côté opposé. Il indique également, avec la figure d'ensemble de la glande, le corps bulbeux au moyen duquel les deux vaisseaux se réunissent, en cet endroit, sans s'aboucher. La description de Lyonet est assez précise pour ne laisser aucun doute dans l'esprit sur la nature de cette masse mamelonnée, de ce corps bulbeux. Il s'agit là des glandes décrites, un siècle plus tard. par Filippi et qu'on a appelées, bien à tort depuis, glandes de Filippi. Aussi, devrions-nous, selon toute justice, *appeler ces organes*, *glandes accessoires* ou mieux, *glandes de Lyonet*, puisque c'est lui qui, le premier, les a signalées chez la larve du *Cossus*.

La partie intermédiaire est, à son origine, sept ou huit fois plus épaisse que l'antérieure. Elle est très entortillée et son épaisseur diminue insensiblement jusqu'à son autre bout.

La partie postérieure est plus mince que la précédente ; elle est très sinueuse. La longueur totale des glandes dépasse même celle du corps de l'animal.

Lyonet désigne, à tort, l'ensemble de la lèvre inférieure

sous le nom de filière parce que, dit-il, « c'est l'instrument qui a été donné aux Chenilles pour filer ». Il appelle barbillons de la filière, les *palpes labiaux*, et tuyau soyeux, la *filière* proprement dite.

Herold et Suckow n'ajoutent aucune notion nouvelle à ce qu'on savait, à leur époque, sur les vaisseaux sériciqènes.

La structure histologique de ces organes est à peine soupçonnée par V. Audouin (1842) qui dit qu'en examinant, à l'aide de forts grossissements microscopiques, les glandes à soie des chenilles conservées dans l'alcool, on aperçoit, à leur surface, des losanges qui ressemblent fort aux loges de gâteaux d'Abeille vues de profil.

En 1844, Robinet, dans son *Mémoire sur la sécrétion de la soie*, décrit les différentes parties de la larve du *Bombyx* et donne de bonnes figures de l'appareil sériciqène et de certains organes externes. Il fait une description assez exacte de la trompe soyeuse et reconnaît que les deux canaux excréteurs glandulaires se soudent, en un conduit impair, avant de pénétrer dans la base de la filière.

A Meckel, on doit les premières notions histologiques sur les glandes sériciqènes. Il distingua, outre la forme hexagonale des cellules, une tunique interne et une enveloppe externe. La nature cellulaire des parois glandulaires des Vers à soie fut surtout admise après les travaux de Helm et de Leydig.

L'existence de deux glandules accessoires, chez les Vers à soie, fut constatée, en 1853, par de Filippi. Leur structure est acineuse, dit-il, et leurs canaux se fusionnent en un seul qui débouche dans le tube terminal de l'appareil sériciqène. Ce sont ces glandes complémentaires que beaucoup de zoologistes désignent de nos jours, bien à tort, sous le nom de glandes de Filippi. Nous avons vu, plus haut, que c'est Lyonet qui, le premier, les a signalées chez la larve du *Cossus*.

Dans sa *Monographie*, Cornalia (1856) décrit l'organisation externe du Ver à soie et emprunte, à ce sujet, un certain nombre de figures à Robinet. L'étude de l'organisation interne, bien qu'exacte dans son ensemble, présente néanmoins, pour certains organes, quelques erreurs anatomiques.

Vers 1850, le Dr Auzoux, au moyen d'une pièce clastique, bien confectionnée et facilement démontable, donne l'Anatomie du Ver à soie. Les muscles, les nerfs, les trachées, le tube digestif, les glandes sericigènes, les glandes mandibulaires ou salivaires etc... de la Chenille y sont représentésavec exactitude et avec la position qu'ils occupent chez l'animal vivant. Cette pièce donne une idée assez précise et suffisamment exacte de l'organisation externe et interne de la larve du *Bombyx*.

Barthélemy, dans ses *Recherches d'anatomie sur les Lépidoptères* (*1864*), étudie l'organisation de ces Insectes. C'est un travail d'ensemble où existent de nombreuses erreurs et qui contient plusieurs figures empruntées à ses devanciers, à Cornalia entre autres.

Mais, c'est surtout à Helm (1876) que l'on doit, sur l'anatomie et l'histologie des glandes sericigènes, des connaissances plus précises et surtout plus complètes que celles fournies jusque là par les auteurs précédents. C'est d'après les conseils du professeur Leuckart qu'il entreprit, sur ce sujet, des études qui parurent dans le *Zeitschrift für Wiss. Zoologie, T. 26, 1876*. Helm commença tout d'abord par étudier la larve du *Bombyx mori* et passa ensuite en revue quelques espèces appartenant aux groupes suivants : Sphingides, Rhopalocères, Noctuides, Géométrides, Microlépidoptères. Après avoir décrit, au point de vue anatomique, les glandes sericigènes de quelques espèces telles que *Vanessa Io*, *Pieris napi*, *Bombyx bucephala*, *Mamestra*, *Smerinthus*, *Harpyia*, *Lithosia* etc..., il fit l'histologie de ces organes. Cette étude, quoique beaucoup moins complète que celle qui en a été faite. plus tard, par Gilson, est cependant fort remarquable pour l'époque. Tout en confirmant l'exactitude des recherches de Leydig et de Meckel, il reconnut, à la paroi des tubes glandulaires, trois enveloppes : une *tunica propria* externe, très mince, très élastique, mais néanmoins très ferme ; une couche glandulaire composée de vraies cellules sécrétantes, de forme hexagonale et pourvues d'un noyau ramifié, très caractéristique. La forme des ramifications nucléaires varie à l'infini. Enfin, à l'intérieur,

limitant le lumen central, existe une troisième enveloppe, la *tunica intima*. Meckel, trompé par certains détails de structure, pensait que cette intima était composée de cylindres superposés et emboîtés les uns dans les autres. Au contraire, pour Leydig et surtout pour Helm, l'intima est perforée et traversée par des canaux poreux, permettant au liquide sécrété de passer des cellules dans le canal; de plus, cette membrane, de nature cuticulaire, n'est que la continuation de la paroi chitineuse externe. Ces détails histologiques sont partiellement erronés, ainsi que nous le verrons par la suite.

Helm a décrit, en même temps, les glandes accessoires ou glandes annexes de l'appareil séricigène. Il prétend, à tort, que ces organes ont *une structure acineuse* et présentent à peu près la même constitution morphologique que les glandes fileuses. Il rectifie, avec raison, l'erreur de Filippi qui affirmait que les canaux excréteurs se réunissent à leur extrémité terminale et sont dépourvus de filament spiralé. Il décrit également l'*appareil fileur* (partie terminale de l'organe et filière de Réaumur) et confirme l'assertion, émise par plusieurs de ses prédécesseurs, que le *fil de soie est constitué par un double ruban*.

Mais, ce ne sont pas là les seules observations intéressantes faites par Helm. Cet auteur a encore étudié les modifications éprouvées par les glandes séricigènes du *Bombyx mori* au cours des divers stades de la métamorphose. Il prend la larve à sa sortie de l'œuf et la suit jusqu'au moment où elle a atteint sa taille normale.

Pendant les phénomènes de métamorphose régressive, c'est-à-dire pendant la transformation de la Chenille en *pupe*, Herold et Suckow avaient constaté la disparition progressive et complète des glandes séricigènes. Helm observe également le raccourcissement des mêmes organes et leur résorption graduelle jusqu'à leur atrophie. Le noyau lui-même perd ses ramifications, se fragmente, et ses débris vont se fusionner dans le plasma ambiant. Ainsi qu'on le voit, les recherches de F. E. Helm marquent un progrès considérable dans les connaissances anatomiques et histologiques de l'appareil séricigène.

Dans une courte note, passée longtemps inaperçue et parue

dans le *Zoolog. Anzeiger* en 1878, Engelmann et Van Lidth de Jeude étudient, très sommairement, les glandes à soie du *Bombyx mori*. Ils divisent l'organe en trois parties et reconnaissent à ses parois, ainsi que Helm l'avait fait : une mince tunica propria, un épithélium et une épaisse intima cuticulaire. Ils constatent, en outre, que la solidité et la réfringence de la soie ne sont nullement dues à la dessiccation au contact de l'air, attendu que ces transformations se produisent même quand le filage s'effectue sous l'eau.

L. Blanc consacre deux longs mémoires à l'étude des glandes séricigènes de la chenille du Ver à soie.

Le premier en date (1889) est intitulé : *Étude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le Bombyx mori*. L'auteur fait tout d'abord l'anatomie et l'histologie des organes et étudie ensuite la sécrétion et la structure de la soie. Hadmet, avec Cornalia, Helm, etc.... que l'appareil n'est qu'une modification du système salivaire.

Quant au filament soyeux, il est constitué, d'après L. Blanc, par trois substances : la *fibroïne*, le *grès*, la *mucoïdine* et parfois même par une matière colorante.

Pour Blanc, la bave est composée : 1° de deux fils de fibroïne homogène, présentant cependant une légère striation à leur surface. Ces deux fils sont réunis par une couche unique de grès, au sein de laquelle ils se trouvent placés côte à côte ou séparés par un très petit intervalle.

Et enfin 2°, par un revêtement extérieur complet, très mince, formé par de la mucoïdine.

Dans un second travail ayant pour titre : *La tête du Bombyx mori à l'état larvaire* (1891), L. Blanc étudie, tout d'abord, l'organisation externe de la larve du Ver à soie. La tête, le tégument, le squelette céphalique, les antennes, les mandibules, les mâchoires, la partie antérieure de l'appareil digestif, la bouche, le pharynx, etc,.... sont successivement passés en revue. Il consacre ensuite la seconde partie de son mémoire à la description des glandes salivaires et surtout à celle de l'appareil fileur (glandes séricigènes et glandes de Filippi ou glandes accessoires).

A peu près en même temps et d'une façon absolument indépendante, G. Gilson faisait paraître dans la *Cellule* (1890) une magistrale étude sur la soie et les appareils sériciġènes. L'auteur, après avoir parlé, pour mémoire, de la disposition anatomique des organes, entre dans de minutieux détails histologiques sur la structure de leurs différentes parties constitutives : glandes, cellules sécrétrices, canaux excréteurs, tube et appareil fileurs, presse etc.... Pour Gilson, la soie est élaborée dans le cytoplàsme même, sous forme d'enclaves ; elle se produit peut-être même dans le noyau où apparaissent également des enclaves. La substance sériciġène passe ensuite dans la cavité tubulaire de la glande, en traversant la membrane interne, par un phénomène qui tient plutôt de la filtration que de l'osmose.

Pour la structure du noyau des glandes sériciġènes, Korschelt et Meves (*Arch. Mikros. Anat.* 1896-1897) sont arrivés à des conclusions cytologiques opposées et contradictoires.

Pendant les années 1903-1904-1905, nous avons, dans plusieurs notes insérées dans les *Comptes rendus de la Société de biologie de Paris*, décrit les glandes sériciġènes et les glandes mandibulaires de plusieurs larves de Lépidoptères (v. l'*Index bibliographique*).

Ajoutons, pour terminer, que MM. R. Dubois, Jules Villard, Levrat, A. Conte etc.... se sont, tout récemment et à diverses reprises, occupés de la question, fort intéressante, de la coloration des soies.

Étude anatomique des glandes sériciġènes (larve d'*Io Irene*).

Morphologie. — Les *Io Irene* sont, avons-nous dit, des Lépidoptères communs dans les Guyanes et le Nord du Brésil. Leurs larves, très volumineuses, filent de gros cocons soyeux qui pourraient être utilisés industriellement, au mème titre que ceux d'autres espèces sériciġènes, telles que les *Antherea Yama-Maï*, les *Antherea Pernyi*, les *Myllita*, les *Attacus* etc., de la famille des ATTACIDES.

Les *glandes sériciġènes* des larves d'*Io Irene* sont remarquables par leur extrême développement (V. fig. 30). Complètement étalées, elles dépassent une fois et demie la longueur du corps

de la Chenille. Elles se présentent sous la forme de deux tubes très sinueux (*gl*), passant d'abord sous l'intestin, puis s'appliquant ensuite contre les parois de sa région terminale. Au 10e anneau du corps, elles quittent les parois intestinales, prennent

Fig. 30.

une direction latérale et vont se terminer, dans le 11e segment, par une extrémité cœcale arrondie (*c*).

La portion distale de la glande est uniformément cylindrique et présente un diamètre atteignant presque 1 millimètre. Ce diamètre demeure à peu près uniforme jusque vers le milieu du tube glandulaire et diminue ensuite, d'une façon insensible,

jusqu'au 3e anneau. Là, ses dimensions changent brusquement et se réduisent, sans transition, de moitié.

La partie proximale, fort sinueuse, constitue le canal excréteur. Chez la larve du Ver à soie, contrairement à ce qui existe ici, l'organe comprend trois régions fort différentes au point de vue morphologique : la zone sécrétrice distale, le réservoir collecteur et le conduit efférent.

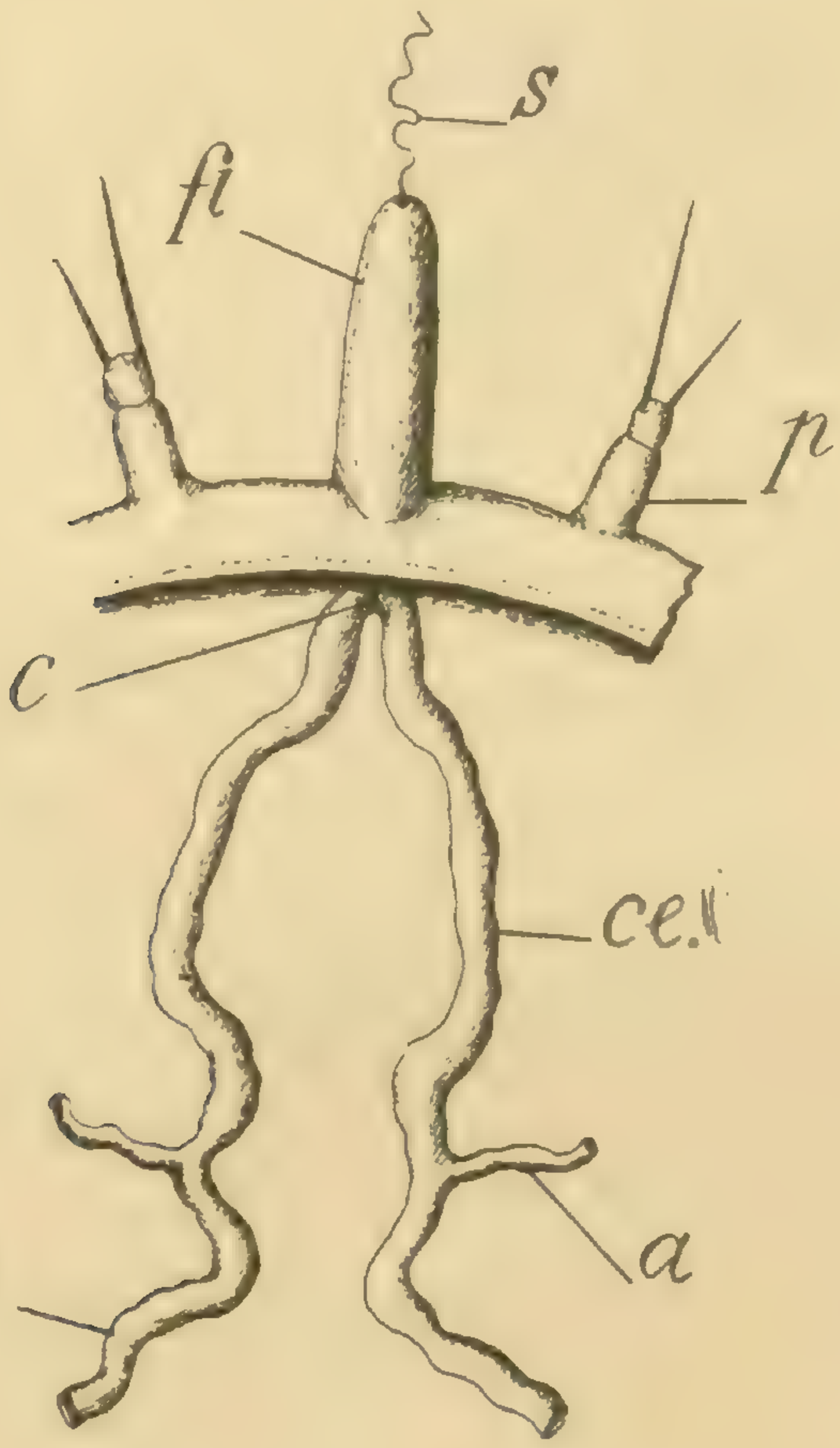


Fig. 31.

Les conduits excréteurs (*ce*, fig. 30) sont, chez notre larve, relativement courts et ne dépassent pas 1 centimètre de longueur. Ils sont sinueux, passent sous l'œsophage, contournent les ganglions sous-œsophagiens et arrivent dans la région céphalique où ils se fusionnent en un tube très court qui pénètre dans la filière.

C'est à quelques millimètres de leur point de convergence

qu'ils reçoivent les conduits excréteurs des *glandes accessoires* ou *annexes* (V. fig. 30, *ga*), décrites pour la première fois par Lyonet (1762) chez la Chenille qui ronge le bois du Saule et désignées depuis, bien à tort, sous le nom de glandes de Filippi.

Les conduits excréteurs de ces organes ont un diamètre à peu près égal à la moitié de celui de leurs homologues des glandes séricigènes (V. fig. 31, *a* et *ce*). Leur extrémité distale se continue avec un massif de vésicules ou lobules ovoïdes, donnant à l'ensemble l'apparence d'une grappe compacte (V. fig. 30, *ga*).

Les rapports des glandes accessoires avec les glandes séricigènes varient suivant les espèces de larves de Lépidoptères. Leur structure histologique a été étudiée, ainsi que nous le verrons au chapitre suivant, tout d'abord par Helm (1876) et, plus tard, par L. Blanc et G. Gilson (1890) chez le Ver à soie.

Le conduit efférent impair est très court chez la larve d'*Io Irene* (V. fig. 31, *c*). Il est, en outre, large, aplati et pénètre peu après son origine, à la base de la filière. L'appareil si curieux, désigné chez le Ver à soie sous le nom de *presse*, est ici à peine apparent.

CHAPITRE VI

Structure histologique des glandes séricigènes.

---

1. Portion sécrétante des glandes séricigènes.

La structure histologique des glandes séricigènes a été étudiée successivement par Helm, par L. Blanc et par Gilson chez la Chenille du *Bombyx mori*. La paroi de ces organes comprend, en partant de l'extérieur, les trois assises suivantes :

1° Une membrane externe ou membrane péritonéale, mince et ténue;

2° L'assise épithéliale, formée par les cellules sécrétrices, à noyaux ramifiés;

Et enfin, 3° une cuticule interne ou intima chitineuse, très résistante, pourvue d'épaississements spiralés, comparables à ceux des trachées et réunis entre eux par des trabécules transversales.

Etudions maintenant séparément chacune de ces parties (V. fig. 32).

Membrane péritonéale. — La membrane enveloppante externe ou membrane péritonéale (*propria*) est mince hyaline, transparente et porte, de distance en distance, de petits noyaux aplatis (*mp*). Sa surface extérieure est souvent sillonnée par de fines ramifications trachéennes, plus ou moins abondantes, suivant les régions.

Epithélium sécréteur (V. fig. 32, *p*). — Cet épithélium est constitué par une seule assise de cellules aplaties, à contours polygonaux, mais à parois latérales peu apparentes et souvent même indistinctes (*cl*). Sur des coupes longitudinales ou transversales, les cloisons se distinguent à peine des trabécules cytoplasmiques qui leur sont parallèles.

Le protoplasme, qui se colore avec intensité par divers réactifs, présente une structure granuleuse. Il contient, en outre, un réticulum, parfois très irrégulier, constitué par des filaments à direction radiaire (V. Fig. 32, *p*). Les trabécules cytoplasmiques traversent les cellules de part en part, depuis la membrane péritonéale jusqu'à l'*intima* interne. Au milieu de la masse

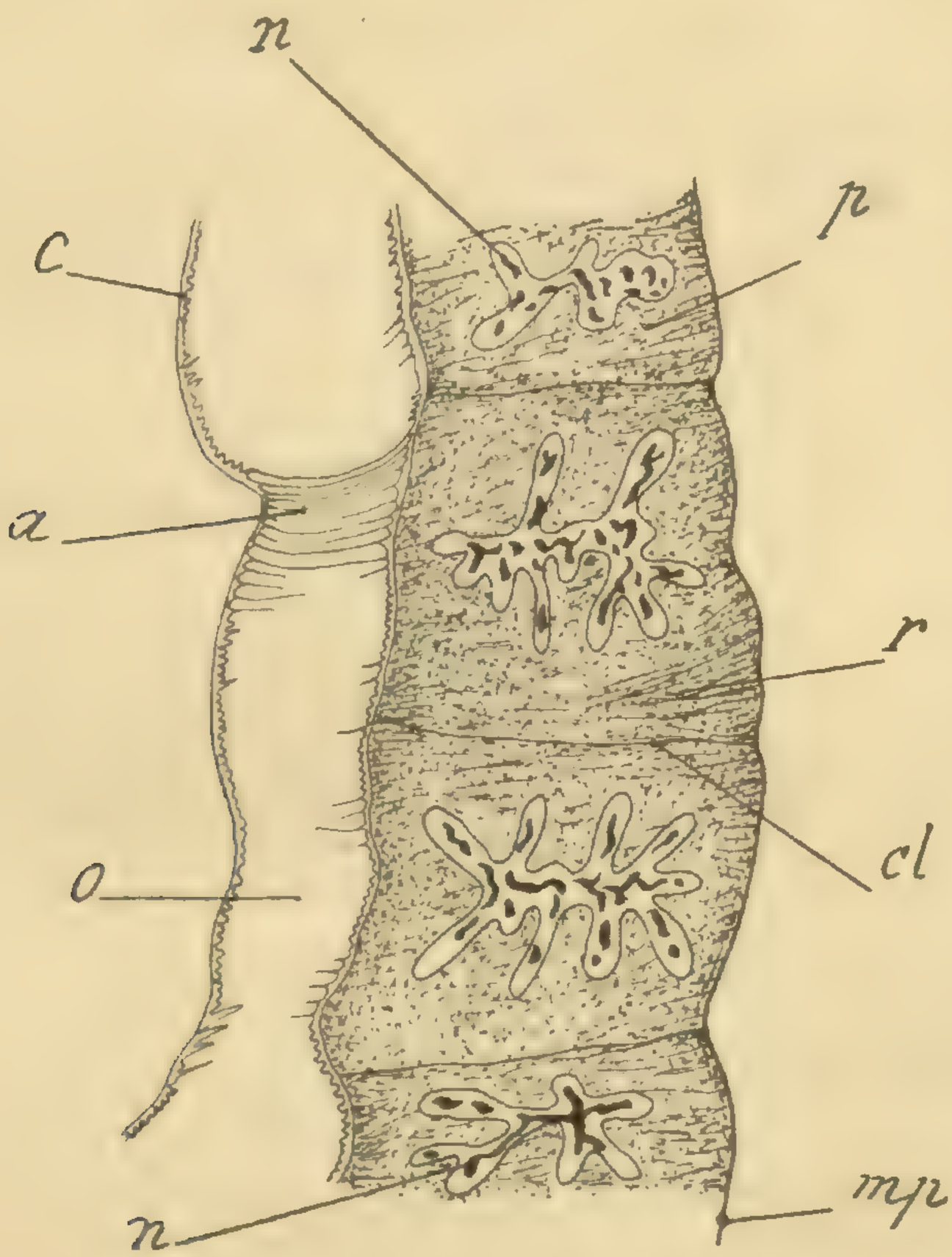


Fig. 32.

protoplasmique, on voit, principalement autour du noyau et surtout suivant les régions de l'organe ou le degré évolutif de la métamorphose, les produits de sécrétion qui apparaissent sous forme de masses vacuolaires ovoïdes ou globuleuses, irrégulières et tranchant par leur teinte hyaline sur le cytoplasme ambiant.

A peu près vers le centre de chaque élément cellulaire, se trouve placé le noyau qui a une forme ramifiée très caractéristique. La morphologie du noyau des glandes séricigènes est connue depuis longtemps. Robin, dans son *Anatomie et phy-*

siologie cellulaires (1873), a décrit et figuré les noyaux ramifiés des glandes séricigènes d'une Tinéide, et de Lanessan (1876, le *Microscope*) parle également de noyaux, pareillement constitués, existant dans les glandes salivaires du *Bombyx mori*.

Leydig écrit, dans son *Traité d'histologie* (1886), que les noyaux des glandes à soie sont très ramifiés et remplissent parfois toute la cellule, en s'élargissant et s'anastomosant, de distance en distance, par leurs ramifications. Ceux de la Chenille de *Saturnia carpini* sont, dit-il, tellement ramifiés que les extrémités claviformes de leurs branches viennent à être placées très serrées les unes contre les autres et, qu'au premier coup d'œil, on croirait voir un grand nombre de noyaux isolés, ronds ou sinueux, au sein de la substance fondamentale.

Helm (1876) a encore étudié et décrit, avec beaucoup de soin et d'exactitude, les noyaux ramifiés des glandes séricigènes des larves de Lépidoptères. Il a reconnu que ces éléments sont simplement allongés et ovoïdes chez les jeunes Chenilles et qu'ils s'accroissent ensuite, se ramifient et se compliquent de plus en plus au fur et à mesure que les larves avancent en âge. Il a également constaté que, pendant la période de métamorphose régressive, c'est-à-dire pendant la nymphose, les noyaux changent de forme : les extrémités s'arrondissent, les ramifications se désagrègent, se détachent etc.., en un mot les éléments se fragmentent peu à peu et, finalement, les divers débris nucléaires répandus dans le cytoplasme environnant finissent par être résorbés et par disparaître.

L. Blanc et G. Gilson (1890) ont également décrit les noyaux des glandes séricigènes du *Bombyx mori*, avec beaucoup de précision et d'infinis détails.

Plus récemment, Korschelt et Meves (1896 et 1897) ont poussé encore plus avant que leurs prédécesseurs leurs études cytologiques sur le noyau, mais ils ne sont pas arrivés à des résultats concordants quant à la structure et la composition du filament chromatique.

Les *noyaux* des glandes séricigènes de la larve d'*Io Irene* sont également très ramifiés (V. fig. 32, *n*). Leurs divers prolongements latéraux se terminent par une extrémité arron-

die et présentent la forme de ramuscules courts, partant d'un axe médian irrégulier. La disposition de ces noyaux, le nombre et le mode de leurs ramifications varient à l'infini. (V. Fig. 32, *c*).

Membrane interne ou intima chitineuse. — Cette membrane ou *intima* chitineuse est, chez la larve d'*Io Irene*, mince, solide, transparente et élastique. Elle a été étudiée successivement par Leydig, Helm, L. Blanc et G. Gilson chez le Ver à soie. Helm la considère comme striée et perforée de fins canalicules permettant aux liquides sécrétés par les cellules d'arriver jusqu'au canal central. Cette manière de voir est erronée.

Elle porte intérieurement des épaississements annulaires (*a*) unis par de fines ramifications ou trabécules transversales et a, par conséquent, une structure histologique comparable à celle des trachées.

Nous avons toujours constaté (V. Fig. 32) que les épaississements spiralés sont internes, c'est-à-dire dirigés du côté du canal glandulaire. De nombreuses coupes longitudinales et transversales nous ont, à maintes reprises, prouvé qu'il en est ainsi.

Cette *intima*, mince et hyaline, est nettement délimitée du côté externe, où elle se trouve en contact avec le cytoplasme granuleux et les terminaisons des trabécules radiaires (*r*). Quant à sa face interne, elle porte, avons-nous dit, des épaississements spiralés, analogues à ceux des trachées et réunis entre eux par de fins ramuscules obliques ou transversaux. La cuticule interne (*intima*) est beaucoup plus épaisse dans les canaux excréteurs de la glande.

La disposition des filaments spiralés est représentée dans la fig. 32.

2° Sécrétion des glandes séricigènes — Formation de la soie.

Les premiers observateurs qui se sont occupés des glandes séricigènes ne donnent que des indications vagues et erronées sur le mode de production de la soie. Lyonet même, qui a décrit avec une exactitude et une précision si remarquables les vais-

seaux soyeux du *Cossus*, passe à peu près complètement sous silence leurs fonctions physiologiques.

D'autre part, nous avons vu que Meckel considérait l'*intima* ou tunique chitineuse interne comme composée de plusieurs cylindres emboîtés les uns dans les autres. Pour Leydig, elle est criblée de minuscules orifices ou pores. D'après Helm, la membrane interne (*tunica intima*) est formée par la superposition de trois couches, dont l'intérieure est lisse, l'extérieure, large et sinueuse et la moyenne luisante et parcourue par des lignes ou striations radiales. Ces lignes correspondent à des canaux poreux. Donc, d'après ces deux derniers auteurs, les produits sécrétés par les cellules glandulaires de la paroi passent dans le conduit central, grâce à la présence d'innombrables canalicules microscopiques qui sillonnent transversalement la membrane interne. Ces détails de structure sont totalement erronés, ainsi que nous l'avons vu, puisque *l'intima* n'est nullement striée radialement.

L. Blanc, dans son *Étude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le Bombyx mori* (1889), a fait d'importantes recherches sur le mode de production du fil soyeux. D'après cet auteur, la soie comprend trois substances : la *fibroïne*, le *grès* et la *mucoïdine*.

1° *La fibroïne*, masse compacte centrale, est sécrétée par les cellules de la paroi du tube glandulaire. A cet effet, la cellule accumule au sein de son protoplasme et expulse ensuite les grains de fibroïne, tout en continuant à sécréter et à fonctionner ultérieurement.

2° Le *grès* est sécrété par l'épithélium du réservoir (dans ses deux tiers postérieurs). Cette substance, plus riche en oxygène que la fibroïne, entoure cette dernière au fur et à mesure de sa production. La propriété la plus remarquable du grès, c'est sa facile solubilité dans les solutions alcalines.

3° Le *mucus* ou *mucoïdine* se forme également d'après L. Blanc, dans le réservoir. Cette matière apparaît tout d'abord sous forme de petits grains assez volumineux ; elle fixe énergiquement les matières colorantes et a pour fonction de faci-

liter l'allongement du brin et son glissement dans le canal excréteur.

C'est encore au niveau du réservoir que la soie se charge des matières colorantes qui donnent aux cocons des diverses races de *Bombyx* ces teintes si variées et si nombreuses qui oscillent du jaune paille au jaune citron et même au vert pâle. L'origine des substances colorant la soie est des plus controversée et les travaux parus sur ce sujet ont donné lieu à des conclusions fort contradictoires.

Les quatre substances précitées constituent la *soie brute*. La longueur du fil soyeux émis par un Ver à soie peut atteindre, d'après Blanc, de 12 à 1,500 mètres de longueur.

En résumé :

La bave est formée : 1° par deux fils de fibroïne homogène, présentant cependant une légère striation à leur surface ; 2° ces deux fils sont réunis par un manchon de grès, au sein duquel ils sont placés côte à côte, et enfin 3° une gaîne externe, très mince, la mucoïdine, enveloppe complètement la bave.

Les *glandes accessoires* ou glandes de Filippi auraient pour fonction, d'après Helm, de produire une sécrétion destinée à agglutiner les deux fils soyeux.

Presse. — Cet auteur parle également de la disposition caractéristique que présente la région médiane du tube fileur ou *presse*, sans insister sur la structure des divers faisceaux musculaires coniques qui vont s'insérer sur les épaisses parois chitineuses du tube impair. Le même organe a été, de même, bien décrit, par L. Blanc et G. Gilson, chez la larve du *Bombyx mori*.

Cette modification si remarquable du conduit excréteur, cette *presse*, agit sur les deux filaments accolés à la façon d'un laminoir et donne, à l'ensemble, la forme d'un ruban aplati. La crête chitineuse dorsale de la presse, recourbée en arc, comprime, d'une manière variable les deux fils juxtaposés ; mais son action est plus ou moins modifiée par suite de la contraction de muscles puissants (muscles conoïdes, au nombre de trois paires) qui forcent alors la crête à se relever et annihilent ainsi en partie son action. La *presse* a donc pour fonctions :

1° De donner au fil soyeux sa forme aplatie et de régler ainsi son épaisseur au gré de la larve ;

2° D'arrêter l'allongement du filament, comme le ferait un étau, quand la larve veut s'y suspendre. Elle permet également à cette dernière, de le briser ou de le tendre à volonté ;

3° De régulariser uniformément la couche de grès autour de la soie.

Et, 4° de faire saillir le fil de la filière quand, par hasard, il vient à être cassé dans l'intérieur de celle-ci, ou bien, dit Gilson, « quand son bout s'est trop desséché à l'air pour que la larve puisse encore le faire adhérer à une surface lisse ».

Les larves des Lépidoptères ne projettent pas au loin leur filament soyeux, ainsi que le font les Araignées, mais elles déterminent sa sortie de la filière par un véritable étirement. Pour cela, elles fixent tout d'abord, à un obstacle quelconque, l'extrémité du fil de soie et s'éloignent ensuite peu à peu du point de fixation : le fil s'échappe alors lentement de l'extrémité de la filière par l'effet de la traction.

G. Gilson a également émis, au sujet de la sécrétion des glandes séricigènes, la théorie suivante.

La soie, dit-il, au sortir du tube fileur, a une consistance visqueuse ; mais, au contact de l'air, elle devient dure, tout en demeurant élastique et flexible.

La sécrétion des glandes séricigènes diffère totalement de celle des autres glandes. Le produit d'élaboration passe, sans doute, dans le canal central par une sorte de phénomène de suintement. La substance visqueuse sécrétée par chaque élément s'accumule, sous forme d'enclaves, soit dans le cytoplasme cellulaire, soit même parfois dans le noyau et traverse ensuite la membrane cuticulaire interne (*intima*) par un procédé qui tient plutôt, dit Gilson, de la filtration que de la diffusion. Beaucoup de substances, également visqueuses, filtrent pareillement à travers des cuticules plus épaisses que la cuticule interne des glandes séricigènes. Ces derniers organes appartiennent donc au groupe des glandes à suintement.

En *résumé*, voici les conclusions générales auxquelles est

arrivé Gilson et *que nos recherches actuelles sur les larves d'Io Irene ont confirmées.*

1° La soie ou la substance qui se transforme en soie est élaborée dans le protoplasme même.

2° Cette matière passe ensuite dans la cavité interne de la glande en traversant l'*intima* cuticulaire par un phénomène qui tient plutôt de la filtration que de l'osmose. Là, elle subit une série de transformations.

3° La soie se produit dans le cytoplasme même, sous forme d'enclaves, et peut-être même dans le noyau où apparaissent également des vacuoles.

Le fil de soie comprend, au centre, une substance hyaline, transparente et homogène, la *soie* proprement dite et, tout autour, une mince gaîne corticale, le *grès*, dont on se débarrasse par le savonnage ou les alcalis.

3° Structure histologique du canal excréteur des glandes séricigènes.

La structure histologique du canal excréteur de l'appareil séricigène des larves d'*Io Irene* est un peu différente de celle de la portion sécrétrice (V. fig. 30 et 31, *ce*). La paroi de l'organe comprend trois enveloppes superposées :

1° Une membrane péritonéale ou enveloppante externe ;

2° Une couche épithéliale ;

Et 3° une gaîne cuticulaire ou *intima* interne.

1° *Membrane péritonéale ou enveloppe externe.* — Extérieurement, le conduit excréteur est entouré par une membrane enveloppante, très ténue, hyaline (*mp*), comprenant des cellule, très aplaties, pourvues de noyaux espacés çà et là (V. fig. 34 *n'*), difficiles à déceler, mais se colorant néanmoins avec plus d'intensité que le reste de l'enveloppe. Cette membrane endothéliale peut être comparée à celle qui entoure les tubes de Malpighi (V. fig. 33, *mp*).

2° *Assise épithéliale.* — Cette assise épithéliale est formée par une seule épaisseur de cellules aplaties, à contours réguliers et polygonaux.

Le *protoplasme* (p. fig. 33 et 34 présente à peu près la même structure que celui de la région glandulaire de l'organe. Il est transparent, d'apparence visqueuse et renferme un réticulum caractérisé par de nombreuses trabécules radiales, rectilignes et plus ou moins apparentes (*r*).

Autour de la membrane cuticulaire ou *intima* interne (*c*), existent de fines striations cytoplasmiques, disposées régulièrement et formant ainsi une zone radiée très nette (V. fig. 33 et 34,

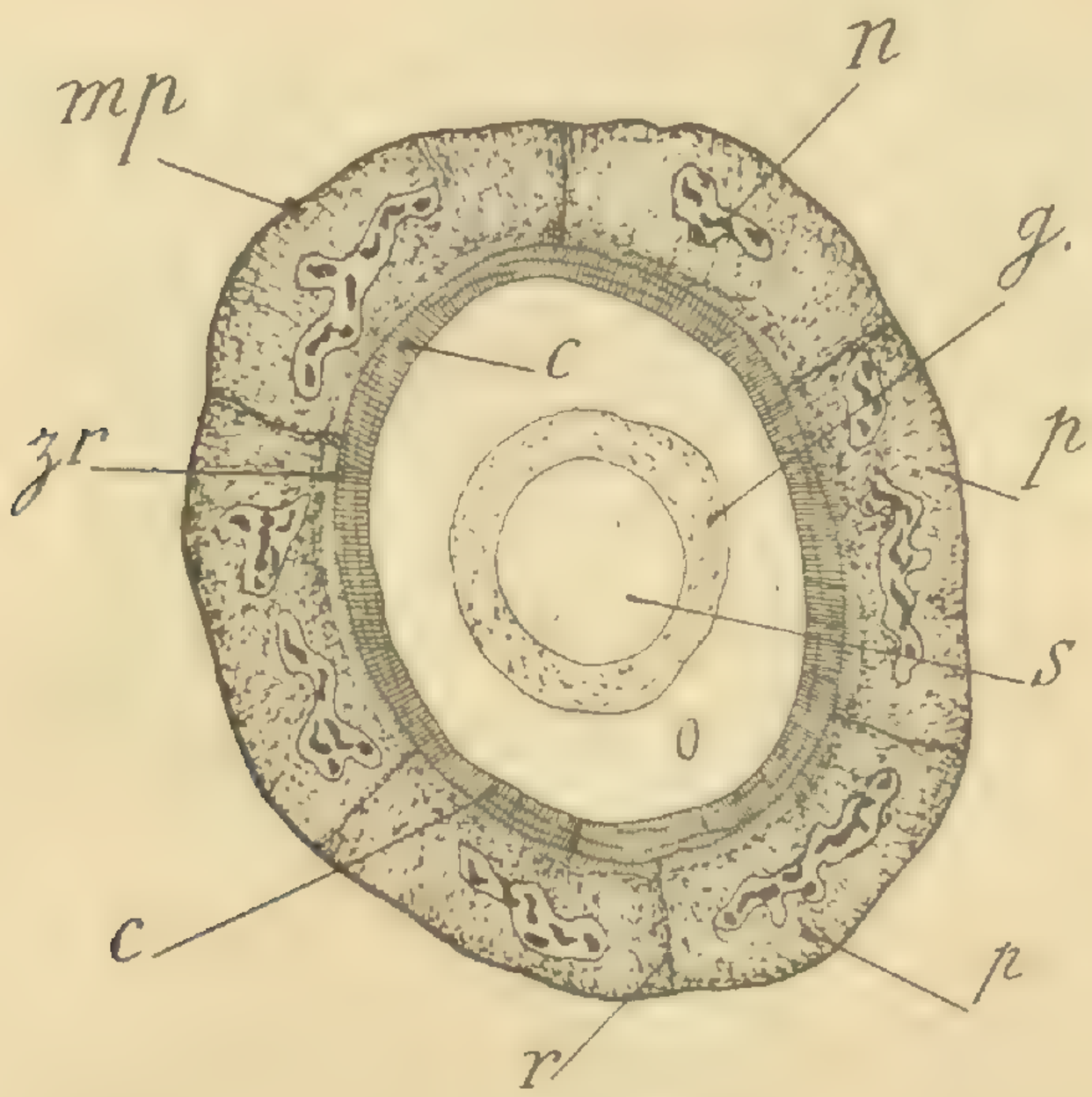


Fig. 33.

zr). Cette zone ou manchon radiaire sous-cuticulaire, qui tend à disparaître vers la région sécrétrice de la glande, est nettement séparée de la région protoplasmique externe par une série de petites ponctuations plus ou moins régulièrement alignées. (V. fig 34).

On retrouve pareillement une zone radiée sous la bordure en brosse des cellules épithéliales de l'intestin des Insectes et des Crustacés; mais, nulle part, elle n'est aussi nette et aussi caractéristique que dans le canal excréteur des glandes séricigènes des larves d'*Io Irene*. Ici, en effet, cette zone constitue une sorte de bordure ectoplasmique, d'apparence hyaline, traversée par des bâtonnets très minces, très rapprochés les uns

des autres bien qu'irrégulièrement espacés et présentant, du côté interne, une brusque solution de continuité.

Le cytoplasme cellulaire (*p*, fig. 34) est parcouru par de nombreuses fibrilles, isolées ou parfois groupées en faisceaux. Ces fibrilles partent de la membrane enveloppante externe, traversent la cellule de part en part et vont se terminer, par leurs extrémités amincies, à la zone radiée ectoplasmique.

Les *noyaux* (*n*), peu ramifiés, sont en forme de barres ou de

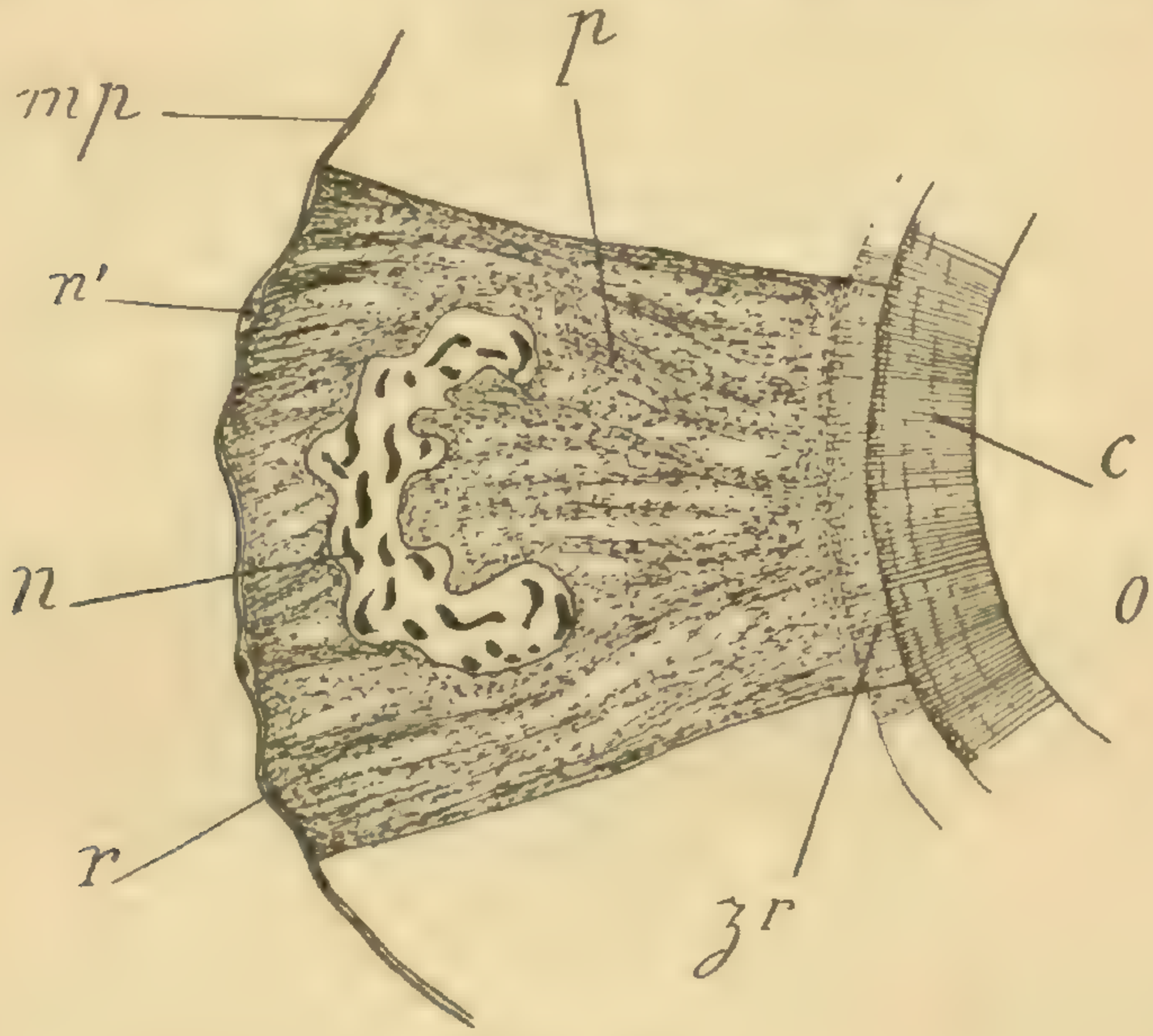


Fig. 34.

baguettes sinueuses. Ils portent latéralement des ramuscules fort courts, recourbés et renflés à leur partie terminale.

3° *Cuticule ou intima interne.* — La *cuticule* du canal excréteur, continuation de celle de la portion sécrétrice de la glande, est cependant beaucoup plus épaisse que la précédente (V. fig. 33 et 34, *c*). Le passage des deux régions s'effectue, chez la larve d'*Io Irene*, progressivement et d'une façon insensible. Elle est brillante, rigide, hyaline et striée. Les striations sont de deux sortes : les unes radiales et les autres circulaires. Le nombre et la disposition de ces stries varient suivant les régions : tantôt ce sont les stries radiales qui sont les plus apparentes et les plus accentuées ; tantôt, au contraire, ce sont les striations concentriques qui se montrent le plus nettement et l'emportent en

nombre. Enfin, la membrane cuticulaire possède *intérieurement des épaississements spiralés ou annulaires*. Gilson considère la paroi chitineuse du conduit excréteur des glandes du Ver à soie comme formée de trois systèmes de filaments reliés entre eux : des filaments longitudinaux, des filaments radiaires et des filaments circulaires. Nous n'avons, en aucun point du canal excréteur de l'appareil séricigène de la larve d'*Io Irene*, constaté une semblable complication de structure. Helm et Leydig, ainsi que nous l'avons déjà vu, regardent cette *intima* comme perforée de fins canalicules.

Enfin, au centre du canal et séparé de la cuticule par un espace annulaire plus ou moins large, se trouve le fil soyeux, reconnaissable à sa partie centrale hyaline (soie) et à sa mince enveloppe (grès), finement granuleuse (V. fig. 33, *g* et *s*).

CHAPITRE VII

Glandes annexes ou accessoires (GLANDES DE LYONET) de l'appareil sericigène des larves *d'Io Irene*.

HISTORIQUE

La première mention des *glandes annexes* de l'appareil sericigène des larves de Lépidoptères a été faite par Lyonet (1762) chez la Chenille du *Cossus*. Les deux canaux excréteurs des vaisseaux soyeux sont, dit-il, soudés l'un contre l'autre par un corps oblong, blanc et bulbeux, dans lequel ils sont tant soit peu engagés. Il donne même deux figures très nettes de ce corps bulbeux (Pl. XVII), ainsi que des conduits qui y sont engagés. Il représente également, dans la figure d'ensemble des glandes sericigènes, le corps bulbeux « au moyen duquel les deux vaisseaux se réunissent, en cet endroit, sans s'aboucher ».

Le *corps bulbeux* dont parle Lyonet chez la larve du *Cossus* n'est autre chose que l'homologue de la glande annexe du *Bombyx mori*, désignée à tort, par quelques auteurs, sous le nom de glande de Filippi. Comme on retrouve ces glandes, plus ou moins bien développées, chez presque toutes les larves de Lépidoptères, on devrait les appeler, en faisant allusion à l'auteur qui les a décrites le premier, *glandes de Lyonet* et non glandes de Filippi. Quant à nous, ne voulant en rien préjuger sur la nature de leurs fonctions qui sont encore tout à fait problématiques, nous les désignerons sous les noms de *glandes annexes* ou *glandes accessoires* des glandes sericigènes.

En 1853, de Filippi signala, chez le Ver à soie, deux petits corpuscules glandulaires appendus aux conduits excréteurs de l'appareil sécréteur de la soie, à structure acineuse et dont les deux canaux efférents se fusionnent, en un tube impair, qui débouche dans le canal terminal des glandes sericigènes. L'er-

reur de Filippi est de leur attribuer une structure acineuse et de considérer leurs tubes terminaux comme dépourvus d'épaississements spiralés et se soudant pour former un tronc unique.

Quoi qu'il en soit, les glandes signalées par Filippi sont les homologues du *corps bulbeux* figuré et décrit par Lyonet. Aussi, cette assimilation justifie-t-elle la dénomination de *glandes de Lyonet* que nous avons également donnée aux *glandes annexes* de l'appareil séricigène des larves de Lépidoptères. Ajoutons encore que c'est à leur forme extérieure mamelonnée que ces organes doivent d'avoir reçu, par erreur, le nom de *glandes acineuses*. Nous verrons tout à l'heure combien leur structure est compliquée.

Cornalia (1856) mentionne les glandes décrites chez le Ver à soie par Filippi et appelle ces organes, glandes accessoires du canal fileur. Pour le reste de sa monographie du *Bombyx*, il ne fait que reproduire les figures et les descriptions de Robinet et confirmer les observations de ce dernier.

Helm (1876) a également trouvé, chez la larve du *Bombyx mori*, les deux petits appendices glandulaires accessoires cités par Filippi et Cornalia et qui ont, d'après lui, à peu près la même constitution que les glandes fileuses.

Les autres Chenilles (*Vanessa*, *Mamestra*, *Euprepia*, *Orgyia*, etc...), étudiées par Helm, ont également des glandes accessoires, variables quant à leur forme, la longueur de leurs canaux excréteurs et l'embouchure de ces derniers. L'*intima* des conduits efférents présente le même aspect que celle des glandes fileuses. Les noyaux de l'épithélium, très peu ramifiés, sont ovales, allongés et munis de courts bourrelets latéraux. La glande a, d'après Helm, une structure acineuse. Chaque lobule (*acinus*) est entouré d'une fine *tunica* propria, à la surface de laquelle existent de nombreux filaments trachéens. Intérieurement, se voient des lignes claires, très ramifiées. Les orifices se trouvent généralement à la partie antérieure des glandes soyeuses, tout près du point de fusion de leurs deux canaux excréteurs. Ils sont parfois placés en avant de ce point, sur le conduit impair.

D'après Tichomiroff, les glandes accessoires représenteraient

une deuxième paire de glandes séricigènes atrophiées et demeurées à l'état rudimentaire.

Les belles recherches de Gilson sur les glandes de Filippi du *Bombyx mori* (1890) ont surtout trait à la structure histologique de ces organes. Il n'y a rien en elles qui les rapproche des glandes acineuses. Leurs cavités sécrétoires ne sont pas des *acini*, dit-il, mais bien des vacuoles, des cavités intra-protoplasmiques. On doit donc les ranger dans le groupe des glandes à déversement direct, comme les cellules caliciformes.

D'après L. Blanc (1890), les glandes annexes du Ver à soie ont la forme de deux petites masses blanchâtres, placées de part et d'autre du canal commun. Leur forme est irrégulièrement lobulée, à petits lobules polyédriques. Plongées dans l'eau, elles s'imbibent de liquide, se gonflent et prennent l'apparence d'une glande en grappe. C'est cette forme qui a induit en erreur Filippi, Cornalia et Helm. L'auteur fait ensuite l'histologie de ces organes et émet une hypothèse sur la nature et l'usage du produit qu'elles sécrètent.

Enfin, tout récemment (1904)[1], nous avons fait également des recherches sur les *glandes annexes* de l'appareil séricigène des larves appartenant aux espèces suivantes : *Adena monoglypha*, *Agrotis fimbria*, *Asphalia*, *Stauropus*, *Arctia caja*, et *Acherontia atropos*.

Glandes annexes de la larve d'*Io Irene*.

Chez la larve d'*Io Irene*, les *glandes accessoires* ont la forme de deux petits massifs d'une teinte blanc brunâtre, placés de part et d'autre des parties terminales des canaux excréteurs de l'appareil séricigène. Chaque massif est constitué par un grand nombre de vésicules ovoïdes ou sphériques, de couleur blanchâtre, fixées à une partie aplatie et présentant, par leur ensemble, l'aspect d'une grappe compacte. Les divers lobules ou vésicules glandulaires ressemblent extérieurement aux *aci-*

1. V. L. Bordas : *Sur les glandes annexes de l'appareil séricigène des larves de Lépidoptères*, C. Rendus Acad. des Sciences, 12 décembre 1904.

ni de certaines glandes, bien que leur structure soit tout à fait différente.

Chacune d'elles est pourvue d'un canalicule efférent, court et recourbé, qui va s'ouvrir dans le canal excréteur correspondant des glandes séricigènes, à une certaine distance de son point de convergence avec son congénère, c'est-à-dire à deux millimètres environ de l'origine du conduit impair ou tube fileur (V. fig. 30, *ga*).

Chez le *Bombyx mori*, au contraire, les glandes accessoires vont déboucher presque à l'origine du canal impair, un peu au-dessus du point de fusion des deux canaux excréteurs des glandes séricigènes. Celles du *Stauropus* débouchent à peu près au même point. Par contre, le massif glandulaire accessoire de l'*Acherontia* est situé sur le canal fileur impair, qui est très court.

Structure histologique des glandes accessoires ou glandes annexes (*Glandes de Lyonet*)

Helm avait attribué, à tort, à ces glandes une structure acineuse. Les lobules ou glomérules sécréteurs ne sont pas des *acini*, c'est-à-dire des cavités plus ou moins développées tapissées par un épithélium glandulaire, mais bien un massif cellulaire généralement compact et creusé de vacuoles, sinueuses, irrégulières, communiquant entre elles par des pertuis, presque toujours très étroits. Les *produits de sécrétion* s'accumulent peu à peu dans les vacuoles précitées. Ces dernières augmentent progressivement de volume, repoussent le protoplasme et le noyau vers la périphérie et finissent par confluer, d'abord dans chaque cellule, puis, de proche en proche, de cellule à cellule, par suite de la destruction ou de la perforation partielle de la mince cloison séparatrice. Il en résulte que le liquide provenant de l'activité glandulaire chemine dans les espaces inter et intracellulaires et aboutit finalement à l'origine du conduit excréteur de l'organe. C'est seulement à partir de ce moment que chaque lobule, primitivement plein, fonctionne d'une façon continue comme un acinus et l'ensemble du système comme une glande salivaire ordinaire.

Il résulte, de cette disposition si spéciale des *glandes accessoires*, que chaque lobe ou glomérule se trouve transformé, peu à peu, en un massif presque compact et indivis de protoplasme (syncytium), creusé de vacuoles parfois isolées, mais généralement fusionnées ou réunies entre elles par un système plus ou moins complexe de fins canalicules. Souvent, les vacuoles s'accumulent en un point de la cellule et refoulent, vers la périphérie, le noyau et le cytoplasme. Dans d'autres cas, au contraire, les lacunes intra-cellulaires se développent, çà et là, dans chaque élément, compriment le noyau qui s'allonge, devient irrégulier et souvent même se fragmente et forment, dans la masse totale, un système aréolaire, de dimension variable, parfois fort compliqué.

En *resumé*, chaque *lobule* des *glandes accessoires* ne présente pas de *structure acineuse* et n'est jamais creusé d'une cavité limitée par une membrane épithéliale, comme cela a lieu pour certains diverticules ou acini sécréteurs. Une *membrane péritonéale* ou enveloppante externe entoure les glomérules, et ces derniers sont formés par des amas compacts de cellules, à cloisons séparatrices très minces, parfois même indistinctes et à noyaux allongés, ovales ou irréguliers et peu ramifiés. Ces cellules sont creusées de cavités ou vacuoles. Ces dernières, sous l'action des produits sécrétés, se dilatent, poussent des prolongements, se fusionnent et constituent finalement un système de canalicules très irréguliers, communiquant avec le canal excréteur de l'organe.

Structure du conduit excréteur. — Le canal efférent glandulaire est très court. Sa paroi comprend trois enveloppes, qui sont, en partant de l'extérieur :

1° Une membrane externe ou membrane péritonéale, mince, transparente et caractérisée par la présence de petits noyaux aplatis et espacés çà et là ;

2° Une assise unique de cellules allongées circulairement, à noyaux recourbés, irréguliers et poussant, de distance en distance, de courts prolongements latéraux. La structure intime des cellules placées vers le point d'embouchure du canal est à peu près la même que celle des conduits excréteurs de la glande

sériciġène; mais, au fur et à mesure qu'on se rapproche de la glande, on voit apparaître des cellules plus allongées.

Gilson pense, en se basant sur des homologies de structure histologique, que les cellules du conduit efférent des glandes accessoires doivent, comme celles des glandes soyeuses, sécréter par filtration. Nous ne le pensons pas, du moins pour ce qui concerne les larves d'*Io Irene*, chez lesquelles nous n'avons jamais rencontré la moindre trace de vacuoles analogues à celles signalées dans les cellules de la portion sécrétrice des glandes sériciġènes. Aussi, considérons-nous le *court canal excréteur des glandes accessoires d'Io Irene comme un simple conduit chargé de charrier les produits liquides élaborés dans les lobules glandulaires de l'organe.*

Enfin, 3° la lumière centrale du canal est bordée par une gaîne cuticulaire striée radialement et identique à celle de la glande soyeuse.

La cuticule et l'épithélium de ce dernier canal se continuent progressivement et par transitions insensibles avec l'intima et l'épithélium correspondants du conduit excréteur de l'appareil sériciġène. Quant à l'extrémité distale du conduit, elle s'ouvre dans les vacuoles de la glande annexe.

Gilson a donné, de la genèse de la glande accessoire (glande de Filippi), l'explication suivante. Elle est due, dit-il, à une pullulation cellulaire localisée de l'épithélium de la glande sériciġène embryonnaire. Le petit massif cellulaire devient le siège de deux processus génétiques distincts : évagination proprement dite et gemmation solide. Le pédicule doit provenir d'une évagivation de l'épithélium en voie de multiplication. Sa cavité est entourée d'une cuticule et d'une gaîne cellulaire qui sont la continuation des membranes correspondantes du canal excréteur de la glande sériciġène.

A la suite du conduit, la glande accessoire provient d'une prolifération épithéliale aboutissant à la formation de bourgeons ou lobules compacts, dont les cellules constitutives ne sont nullement écartées et forment un massif solide. Puis, à un moment donné, ces cellules entrent en activité, sécrètent et accumulent dans des vacuoles, dont l'ensemble constitue le

système canaliculé précédemment décrit. Les cavités des glandes annexes ne sont donc pas des acini, mais bien des vacuoles creusées après la formation de l'organe.

Fonctions des glandes accessoires. — Les produits de sécrétion, élaborés au sein du protoplasma, par un processus analogue à celui qui s'effectue dans les cellules mérocrines, passent progressivement des vacuoles dans les canalicules de communication et, de là, dans le conduit efférent qui les fait ensuite parvenir dans celui des glandes séricigènes.

C'est un liquide clair, hyalin, plus ou moins gluant, jouant sans doute un rôle important dans le filage, attendu, qu'en général, les glandes annexes sont rudimentaires chez les espèces qui filent peu.

Cornalia pense que la matière sécrétée, généralement gluante, est tout d'abord accumulée dans le réservoir de la glande et qu'elle constitue ensuite l'enduit cireux qui recouvre la bave. Pour Auzoux, ce produit coagule la soie et la rend insoluble.

D'après Helm, la matière sécrétée par les glandes accessoires a une grande importance pour le processus du filage et sert à agglutiner entre eux les deux fils de soie.

L. Blanc émet l'opinion que, chez le Ver à soie, ce liquide doit, sans doute, servir à lubrifier la filière et à faciliter ainsi le passage du fil soyeux.

En *résumé*, nos observations personnelles sur un grand nombre de larves de Lépidoptères nous ont permis de conclure que les *glandes annexes* ou *accessoires* de l'appareil séricigène sécrètent une substance liquide ou légèrement visqueuse, servant à unir entre eux les deux fils de soie et, peut-être même, à agir chimiquement sur ces derniers, de façon à permettre leur rapide durcissement.

CHAPITRE VIII

Glandes mandibulaires de la larve *d'Io Irene*.

Historique. — Ces organes ont été figurés, pour la première fois, par Réaumur.

Lyonet les désigne, chez la larve du *Cossus*, sous le nom de *vaisseaux dissolvants*. Il les appelle ainsi parce qu'il croit qu'ils servent à préparer un suc destiné à dissoudre le bois dont cet insecte se nourrit. Ils sont placés dans la région antérieure de la chenille, et on y distingue trois parties : un cou, un réservoir et une queue.

Le cou est un canal assez large qui, par l'une de ses extrémités, s'ouvre dans la bouche de l'animal et, par l'autre, dans le réservoir du vaisseau dissolvant.

Ce réservoir commence un peu au-dessous de la première division et se termine ordinairement à la cinquième. Il a la forme d'un boudin et contient une liqueur huileuse, jaunâtre et fortement odorante.

De son bout postérieur, on voit sortir un vaisseau blanc, très long et très délié qui, après avoir décrit quelques sinuosités, pénètre dans l'étui graisseux et s'y termine par une extrémité toujours aveugle. C'est la queue du vaisseau dissolvant.

Meckel et Rolleston (1846) considèrent les glandes mandibulaires du *Cossus ligniperda* comme des glandes salivaires modifiées. Le Dr Auzoux a représenté assez exactement ces mêmes organes chez le Ver à soie. La description anatomique que Cornalia donne de ces glandes est incomplète. Cet auteur passe également sous silence leur structure histologique.

Plateau admet l'opinion de Meckel sur les glandes mandibulaires des larves et les considère également comme étant les représentants anatomiques des glandes salivaires des Insectes.

Pourtant, dit cet éminent entomologiste, le liquide sécrété, d'une odeur forte, pénétrante et désagréable, diffère beaucoup de la salive ordinaire des Hexapodes.

A M. Henseval, nous devons une étude anatomique et histologique complète des glandes à essence de la larve du *Cossus ligniperda* (V. *La Cellule*, T. XII, Fasc. 1 ; 1897). De plus, l'auteur a fait paraître, dans le même recueil et la même année, un nouveau mémoire sur la nature et les propriétés de l'essence du *Cossus*. Henseval émet, à ce sujet, plusieurs hypothèses plus ou moins ingénieuses et n'est, en définitive, nullement fixé sur les fonctions du produit sécrété par les glandes mandibulaires de cette larve.

Nous[1] avons, à plusieurs reprises, en 1903, 1904 et 1905, fait des recherches sur les glandes mandibulaires des larves de Lépidoptères. Nos études ont porté sur les espèces suivantes : *Acherontia atropos*, *Pieris brassicæ*, *Stauropus fagi*, *Papilio alexanor*, *Pleretes matromula*, etc...

Morphologie des Glandes mandibulaires (V. fig. 35). — Les glandes mandibulaires de la larve d'*Io Irene* sont peu développées, eu égard au volume du corps de l'animal. Elles sont situées sur les côtés de l'œsophage et de la partie antérieure de l'intestin moyen. Beaucoup de chenilles de Lépidoptères, les *Cossus*, les *Bombyx*, les *Pleretes* etc... possèdent des organes plus volumineux. Autre caractère, très important dans l'espèce, c'est la forme régulièrement cylindrique que présente le tube glandulaire. L'organe n'est pas divisé ici, comme chez la larve du *Cossus*, en trois régions : partie sécrétrice, réservoir et canal excréteur. Au contraire, il est uniformément cylindre et ne présente aucune dilatation permettant de le partager en territoires distincts (V. fig. 35, *gl*).

La glande se rétrécit légèrement à sa partie antérieure et va finalement s'unir à l'apodème du muscle adducteur *m* de la mandibule *md*. Cet apodème est canaliculé et présente un lumen aplati, qui n'est que la continuation du canal excréteur,

1. V. L. Bordas : *Les glandes mandibulaires des larves de Lépidoptères* : *C. R. Ac. des Sciences*, 25 mai 1903 ; *C. R. Société de Biologie de Paris*, 26 novembre 1904 et 20 mai 1905.

très court, de la glande. Ses parois chitineuses font directement suite à l'intima de l'organe et servent, de part et d'autre, de point d'attache à de nombreux faisceaux musculaires. La glande s'ouvre à la partie inféro-interne de la mandibule, par un ori-

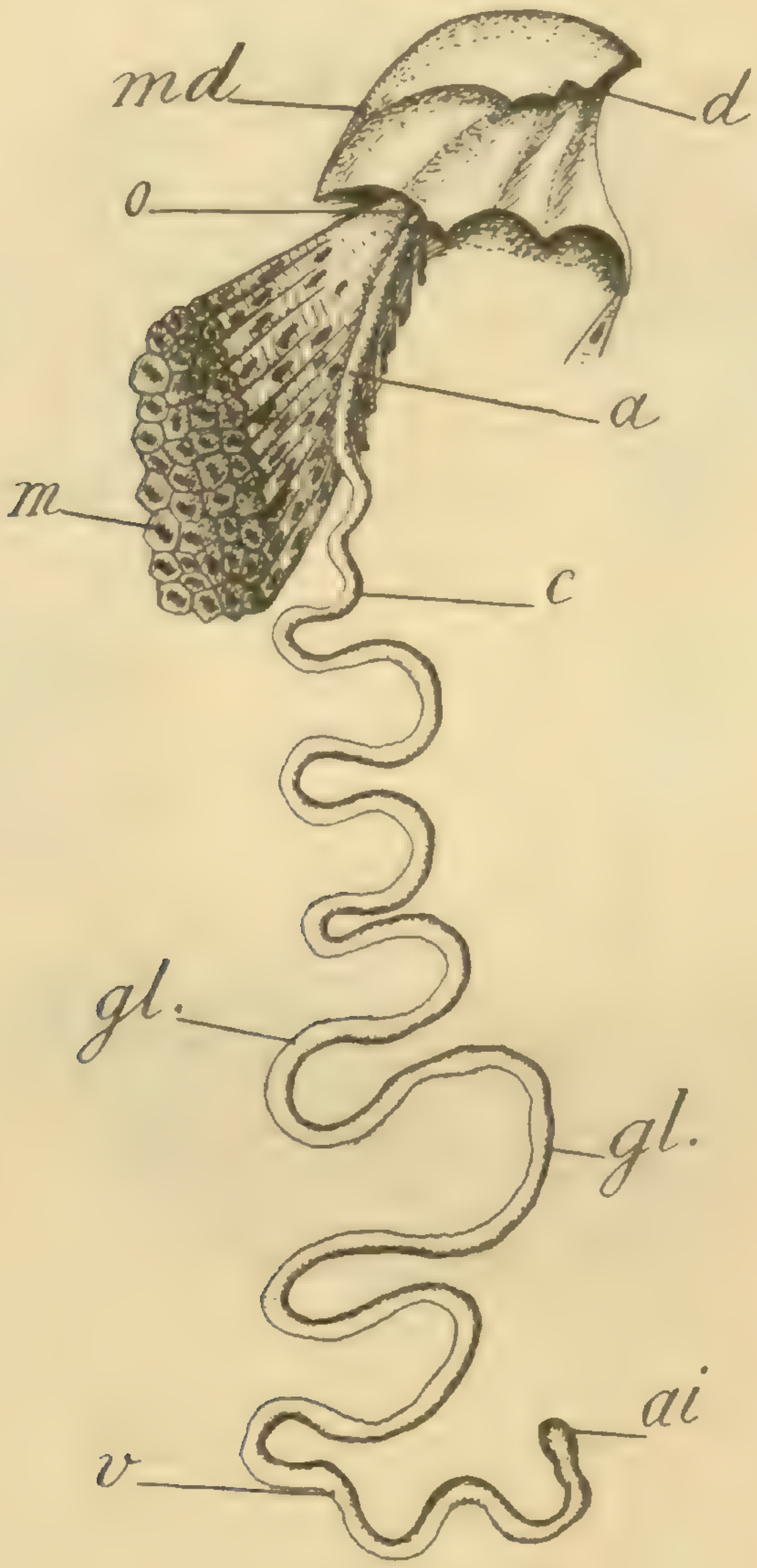


Fig. 35

fice ovale, entouré d'un bourrelet chitineux (V. fig. 35, *o*). Ces glandes sont recouvertes de fines ramifications trachéennes provenant de gros troncs émanés du premier stigmate. Elles reçoivent également un filet nerveux issu du ganglion pharyngien.

Structure histologique des glandes mandibulaires. — La structure histologique des *glandes mandibulaires* rappelle, dans ses grands traits, celle des glandes séricigènes. Comme chez ces dernières, le protoplasme a une structure fibrillaire et, de

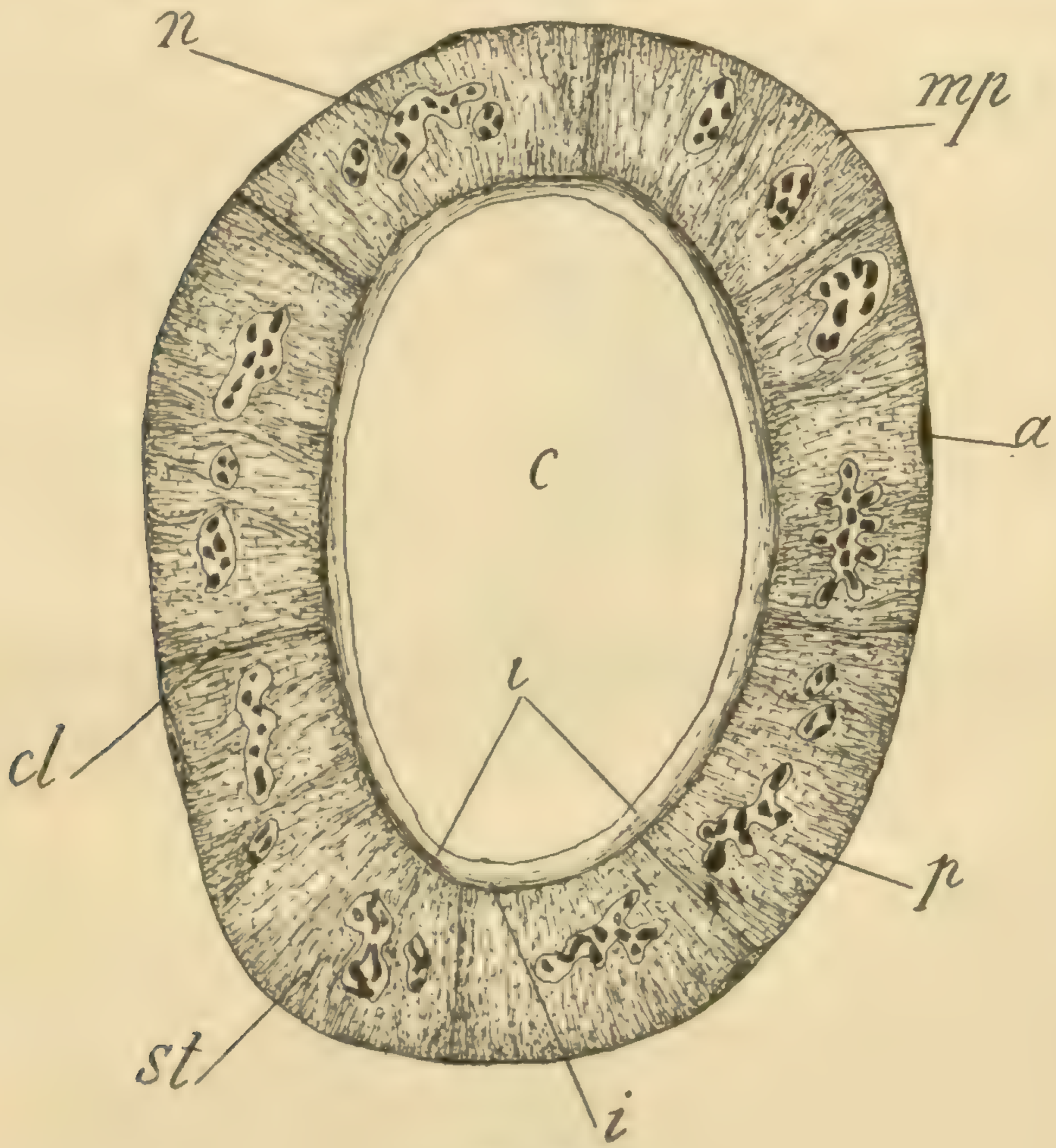


Fig. 36.

plus, le noyau, quoique moins ramifié, présente néanmoins de nombreux tubercules ou prolongements latéraux.

Une coupe transversale de l'organe, passant vers la partie moyenne de la région sécrétante, présente à considérer (V. fig. 36) :

1° Une *membrane péritonéale externe* (*mp*) ou tunique propre (*tunica propria*), très mince, portant çà et là des noyaux aplatis et entourés d'une mince zone cytoplasmique (*a*).

2° Au-dessous, vient l'*assise cellulaire* dont les éléments, vus de face, présentent une forme polygonale. En coupe, les cloisons séparatrices sont peu apparentes et se distinguent à peine des trabécules cytoplasmiques radiaires.

Chaque cellule contient un protoplasme finement granuleux, avec de nombreuses vacuoles périnucléaires. Mais, ce qui frappe tout d'abord, à l'examen du contenu, c'est la présence de nombreuses fibrilles ou trabécules protoplasmiques (V. fig. 36, *st*), plus ou moins régulières et s'irradiant de l'extérieur vers la cuticule interne. Parfois, ces fibrilles s'enchevêtrent en tous sens et constituent un massif irrégulier ; parfois aussi, elles sont parallèles et régulières, masquant alors plus ou moins complètement les cloisons latérales des cellules.

Les *noyaux* (*n*) présentent également de nombreuses irrégularités. La plupart ont la forme de baguettes sinueuses et portent latéralement de courtes ramifications. Certains sont ovoïdes et d'autres incurvés en forme de fer à cheval. Ils renferment tous un filament chromatique pelotonné qui, en coupe, n'est représenté que par des tronçons.

3° La *cuticule* ou *intima* chitineuse interne (V. fig. 36, *i*) est généralement mince, dense, régulière et à faces parallèles. Elle limite une lumière centrale, circulaire ou ovale et présente extérieurement une série de stries concentriques, lui donnant ainsi une apparence lamelleuse. Cette *intima* supporte une mince zone interne de protoplasme finement strié, formant une bordure qui n'est généralement pas constante et est loin de présenter un développement comparable à celui de la zone radiée sous-cuticulaire des glandes séricigènes.

Du côté interne, la cuticule (*i*, fig 36) est compacte, hyaline, transparente et ne porte aucune trace de striations. Il n'y a donc pas de canalicules microscopiques, analogues à ceux (canaux poreux) dont Leydig signale, par erreur, l'existence dans les cuticules et qui auraient pour but de permettre aux produits sécrétés de passer des cellules glandulaires dans le canal central. Cette cuticule est donc une membrane compacte, pourvue toutefois, du côté externe, de fines striations concentriques.

Ces glandes affectent partout la même structure, et on ne rencontre aucune région fonctionnant uniquement comme réservoir, ainsi que cela a lieu chez beaucoup de larves de Lépidoptères, chez le *Cossus ligniperda* entre autres.

Canal excréteur. — Le canal excréteur, très court, des glandes mandibulaires a une structure à peu près identique à celle des parties sécrétantes de l'organe. Il est entouré extérieurement d'une très mince membrane péritonéale (V. fig. 37, *m*). De distance en distance existent, à la face interne de cette dernière, de petits noyaux aplatis (*a*) entourés d'une mince couche de protoplasme.

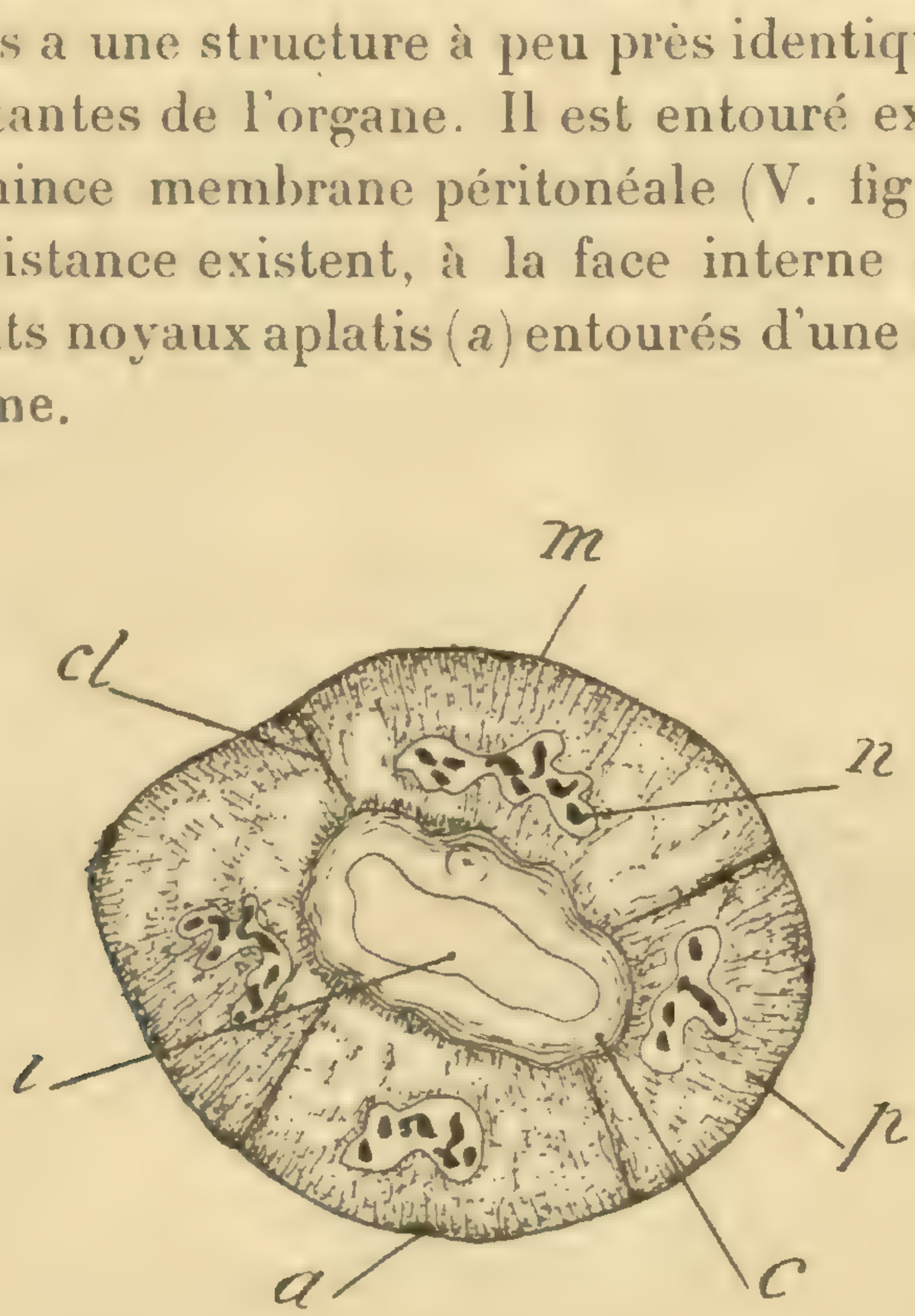


Fig. 37

L'assise épithéliale ne comprend qu'une seule couche de cellules (*p*), dont les limites latérales sont à peine visibles ou indistinctes et peuvent facilement se confondre avec les trabécules cytoplasmiques. Le contenu cellulaire est finement granuleux. Du côté interne, se voient également des vacuoles, plus ou moins volumineuses, situées entre le noyau et la membrane cuticulaire. De nombreuses trabécules protoplasmiques partent de la face externe et vont, en s'irradiant, vers l'intérieur de la cellule. Les dimensions de ces fibrilles sont telles qu'elles peuvent être confondues avec les parois cellulaires. La zone interne cytoplasmique cellulaire affecte une structure fine-

ment radiée, disposée sous forme de bandelette ou de ruban entourant l'*intima* chitineuse (*c.*)

Chaque cellule contient un noyau irrégulier, ovale, recourbé et portant latéralement de courtes ramifications (V. fig. 37, *n*).

La lumière ou cavité centrale du conduit est à peu près cylindrique (*i*). Pourtant, en certains points, elle affecte une forme ovale. Elle est entourée d'une épaisse *cuticule* ou *intima* chitineuse, hyaline, transparente et présentant extérieurement une série de fines stries circulaires concentriques (*c*, fig. 37). La partie interne de cette cuticule est cependant unie et compacte.

La région proximale du conduit excréteur se continue directement avec l'apodème du gros faisceau musculaire moteur des mandibules.

Apodème musculaire et partie terminale du canal excréteur (V. fig. 38).

Nous avons vu précédemment que la cuticule du canal excréteur s'épaissit progressivement et se continue avec la tigelle chitineuse canaliculée constituant l'apodème musculaire. Les parois de ce dernier sont épaisses et présentent des striations concentriques très nettes. Elles sont en continuité, non seulement avec le canal excréteur, mais encore avec le bourrelet annulaire qui entoure l'orifice de la glande et, par cela même, avec le revêtement chitineux de la mandibule.

Le lumen dont est creusé l'apodème est beaucoup plus étroit que celui du canal excréteur. De part et d'autre de l'apodème, principalement du côté externe, s'insèrent les extrémités tendineuses de nombreux faisceaux musculaires. Entre ces insertions, existent, çà et là, surtout dans la partie distale de l'apodème, quelques éléments cellulaires peu différents de ceux de la partie terminale du canal excréteur (V. fig. 38). Mais, au fur et à mesure qu'on s'approche de l'orifice glandulaire externe, les cellules deviennent de plus en plus rares et ne sont représentées que par des noyaux aplatis, peu apparents et entourés d'une mince couche protoplasmique. Enfin, vers la partie proxi-

male de l'apodème, les noyaux cellulaires disparaissent, et le canal ne comprend plus qu'une épaisse gaîne cuticulaire qui

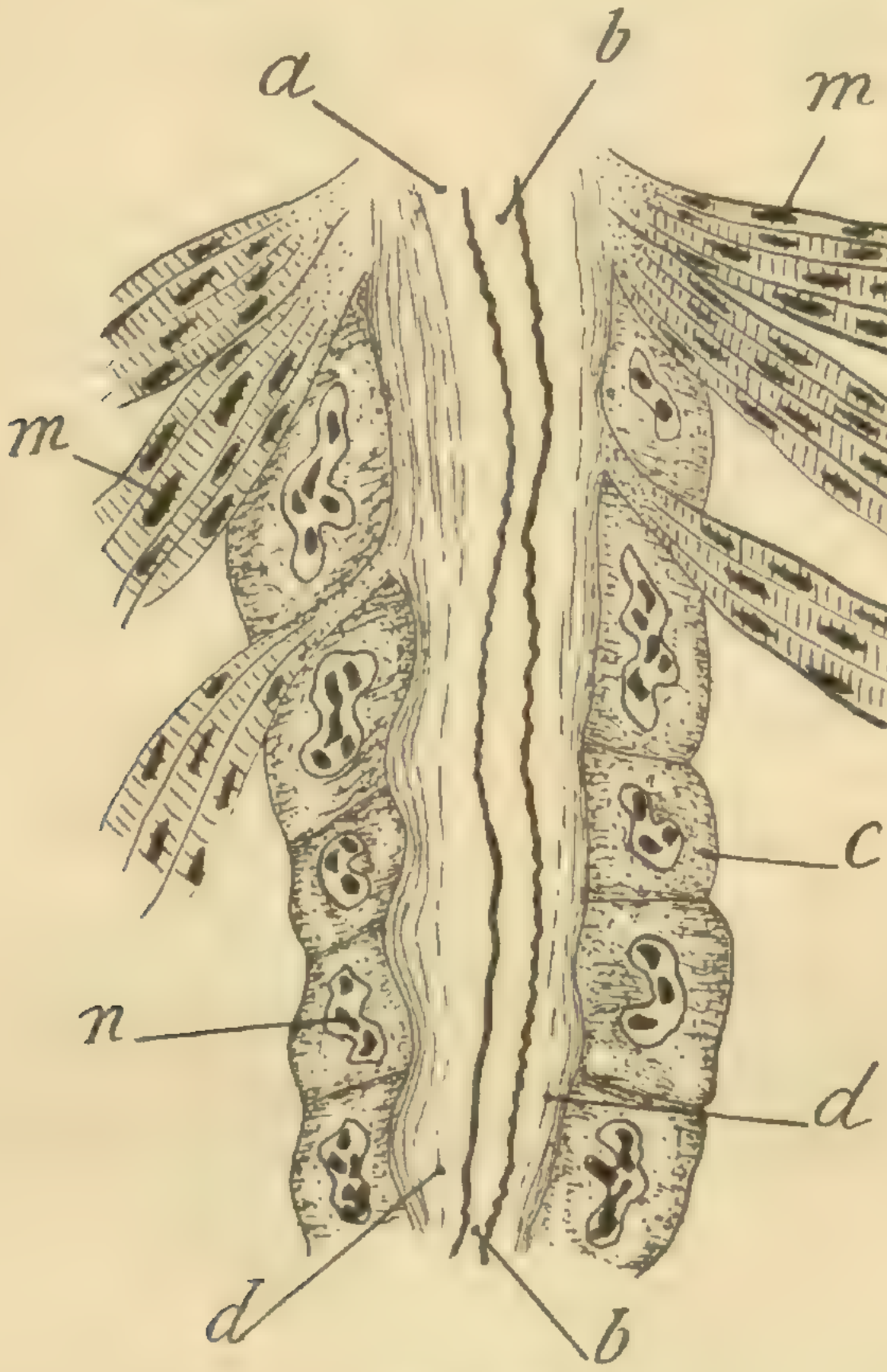


Fig. 38.

se continue directement avec l'anneau qui borde l'orifice excréteur de la glande et, par là même, avec le revêtement chitineux du corps.

Fonctions des glandes mandibulaires. Nature du liquide sécrété.

Le liquide sécrété par les glandes mandibulaires du *Cossus ligniperda* a été seul, jusqu'ici, l'objet de recherches physiologiques ; mais, de toutes les hypothèses émises jusqu'à ce jour sur son action et ses propriétés, aucune n'est pleinement satisfaisante.

Lyonet pense que les *vaisseaux dissolvants* sécrètent un liquide corrosif qui sert à ramollir le bois que la Chenille creuse,

ou à le digérer, en s'y mêlant, quand elle l'avale. Cette liqueur a, de plus, une odeur très forte et est déversée tout d'abord dans la bouche. Cependant, des expériences faites par l'auteur ébranlèrent un peu sa première conviction. Il fit l'essai du liquide extrait du réservoir et en humecta du bois vert et du bois sec de Saule. Ayant ensuite raclé la partie imbibée, il constata que le liquide n'avait nullement ramolli le bois vert et que le ramollissement du bois sec était si peu sensible « qu'il lui semblait que l'eau pure en eût pu faire autant ».

Meckel compare le produit de sécrétion des glandes mandibulaires à une huile éthérée distillant facilement. Ce produit est soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les alcalis, les acides azotique et sulfurique à chaud etc..., insoluble dans l'acide chlorhydrique, etc...

Dans ses *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes* (1874), Plateau considère les glandes mandibulaires comme les homologues des glandes salivaires, quoique cependant, le produit sécrété diffère beaucoup de la salive ordinaire des Hexapodes. La sécrétion de ces glandes est un liquide jaunâtre ou incolore, d'odeur forte, pénétrante, désagréable et de densité inférieure à celle de l'eau. Ce liquide se comporte comme une substance huileuse, tache le papier et le rend transparent. Il n'a pas d'action sur l'empois d'amidon ; l'ammoniaque le coagule subitement au lieu de le dissoudre ; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Les mêmes renseignements se retrouvent dans les ouvrages de Brehm et de Rolleston.

Henseval a fait, en 1897, des études sur l'essence du *Cossus ligniperda* et, de ses observations, il résulte que le liquide, d'apparence huileuse, d'odeur forte, très spéciale, tenace, pénétrante, accumulé en assez grande quantité dans le réservoir de la glande, n'est ni une huile, ni une graisse. Ce produit, qui ne contient que du Carbone, de l'Hydrogène et du Soufre, est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, la benzine, etc...

Densité : 0,85. Sous la pression atmosphérique, son point d'ébullition est supérieur à celui de l'huile (200°).

Chauffée directement dans une capsule de platine, l'essence disparaît complètement avant le rouge sombre, en brûlant avec une flamme très carbonée.

A l'état frais, le liquide a une réaction acide. Il est formé essentiellement de trois éléments : Carbone, Hydrogène et Soufre ; c'est donc une huile essentielle, à formule, d'après Henseval, voisine de C^{22} H^{35} S.

Usages. — De minces lamelles de bois (vert ou sec) ne sont pas sensiblement ramollies, ni attaquées par leur contact prolongé avec l'essence du *Cossus*. Ce produit n'est pas toxique. Il sert peut-être à protéger la larve contre l'attaque de certains organismes cryptogamiques, l'*Oospora cinamomea*, par exemple.

L'odeur désagréable de cette essence a, sans doute, aussi pour effet, dit Henseval, d'éloigner les larves parasites d'Ichneumonides, de Muscides et de protéger ainsi la larve du *Cossus*.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses plus ou moins ingénieuses, nous ne sommes encore nullement fixés sur les fonctions du liquide sécrété par les glandes mandibulaires du *Cossus*. Aussi, ne pouvons-nous que répéter, au sujet de la larve d'*Io Irene*, ce que nous avons déjà écrit sur les glandes mandibulaires : *ce sont des organes à fonctions doubles, à la fois digestive et surtout défensive.*

EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1. — Une des trois premières paires de pattes antérieures ou vraies pattes. Larve d'*Io Irene*. — Cette patte comprend quatre segments ou articles, dont le quatrième est représenté par le crochet terminal *c* ; *p*, paroi latérale du corps ; *a*, article basilaire ; *b*, second article ; *d*, troisième segment. Ces pattes portent de nombreuses soies chitineuses *s*.

Fig. 2. — **Un crochet de l'extrémité des pattes fixées aux trois premiers segments du corps** ; *c*, extrémité du crochet et *b* sa base ; *mr* et *mf*, **muscle redresseur et muscle fléchisseur du crochet.**

Fig. 3. — Stigmate de la larve (vu de face). — A, ensemble du stigmate. — *be*, bourrelet externe du stigmate se continuant directement avec le tégument latéral et portant des soies chitineuses *p* ; *v*, lèvre stigmatique, formée par deux ou trois rangées superposées de poils chitineux insérés sur le bourrelet interne *bo*, dans le sillon *si* ; ces poils ou baguettes sont réunis par des anastomoses chitineuses ; *fs*, fente stigmatique, dirigée suivant le grand axe de l'ellipse. — B, deux baguettes chitineuses de la lèvre stigmatique. Ces baguettes (ou poils) sont anastomosées entre elles par des lamelles cornées *a*. L'extrémité distale *b* de chaque baguette est renflée en massue et est recouverte de soies très courtes et très nombreuses *s* lui donnant ainsi l'apparence d'une brosse à bouteille. Le reste de la baguette porte également, çà et là, **des denticulations ou épines, très courtes et très ténues.**

Fig. 4. — Coupe transversale, perpendiculaire au grand axe, d'un orifice stigmatique de larve (*Io Irene*). On n'a représenté que la partie droite de la coupe. — *v*, lèvre du stigmate, formée par des rangées de deux ou trois baguettes chitineuses superposées, réunies entre elles par des ponts chitineux, portant des soies à leur surface ; *i*, dépression marquant l'origine des baguettes ; *b*, bourrelet externe ; *ec*, revêtement chitineux du corps, comprenant une zone externe, compacte et hyaline et une zone interne d'apparence lamelleuse ; *hy*, hypoderme ; *tt*, partie terminale dilatée et sous-stigmatique du tronc trachéen *t* ; *sp*, intima chitineuse et épaississements spiralés ; *ec*, épithélium chitinogène et, en arrière (du côté interne), membrane basale de la trachée.

Fig. 5. — *A* et *B*, figures diagrammatiques de l'appareil de fermeture des trachées. — A, ensemble de l'appareil de fermeture (schéma). Cet appareil est formé par trois pièces chitineuses *a*, *b* et *c*, formant un anneau autour de la trachée ; *a*, pièce triangulaire ; *b*, pièce en arc ; **c, pièce en forme de baguette ; *d*, muscle occluseur.**

B, disposition de l'appareil sur une trachée de cerf-volant (*Lucanus cervus* . *St*, stigmate ; tronc trachéen *t* et ses deux ramifications *br* ; *a'*, *b'*, *c'*, les trois pièces chitineuses de l'appareil de fermeture ; *d'*, muscle occluseur. (D'ap. Judeich et Nitsche).

Fig. 6. — Extrémité supérieure d'un poil urticant de la larve d'*Io Irene*. — Les poils sont supportés par une tige commune ; ils sont creux et comparables à une canule de verre ; *a*, pointe du poil, acérée et conique, creuse et d'une teinte jaune foncé, séparée de la tige *b* par un rétrécissement *r* contenant un diaphragme annulaire ; *c*, cavité du poil. Les poils, épars à la surface du corps de la chenille et non groupés en faisceaux, ont une structure un peu différente.

Fig. 7. — Disposition des ocelles sur la partie droite de la tête (larve d'*Io Irene*). — *pf*, portion de la plaque frontale ou médiane ; *pp*, plaque pariétale droite ; *a*, antenne ; *oc*, ocelles ou stemmates, au nombre de sept, situés à droite de l'antenne et disposés en arc ; en avant du troisième ocelle de la première rangée et tangentiellement à lui se trouve un petit ocelle, de taille beaucoup moindre que celle du précédent ; *s*, longues soies chitineuses implantées en dehors des ocelles.

Fig. 8. — Coupe verticale d'un ocelle de jeune larve de Coléoptère (Dytique , — [d'ap. Grenacher ; figure modifiée et schématisée]. — *cu*, cuticule chitineuse, continuation de celle qui recouvre le corps ; *le*, lentille cuticulaire transparente provenant d'une modification de la cuticule du corps ; *hy*, cellules hypodermiques (hypoderme) ; *cv*, cellules du corps vitré ; *Ré*. cellules rétiniennes, surmontées par les bâtonnets *ba* et en rapport, par leur extrémité postérieure, avec les fibrilles du nerf optique *no*.

Fig. 9. — Face antérieure de la tête et de l'appareil masticateur de la larve d'*Io Irene*. — *pf*, plaque frontale ; *md*, plaque pariétale ; *la*, lèvre supérieure ou *labre*, portant, en arrière, des replis chitineux *r* ; *a*, antennes ; *o*, ocelles ; *pl*, mandibules ; *ma*, mâchoires (ou maxilles), avec les palpes maxillaires *pm* ; *li*, lèvre inférieure ou *labium* et, en avant, les palpes labiaux ; *fi*, filière, perforée à son sommet d'une petite ouverture.

Fig. 10. — Une des *mandibules* de la larve, vue par sa face supérieure. — Cette mandibule, très puissante, est recouverte d'une épaisse couche chitineuse, de couleur jaune foncé. — *fa*, face antéro-interne, légèrement concave et entourée d'un rebord tranchant ; *d*, denticule conique placée à la face supérieure. Cette denticule se prolonge extérieurement par un bourrelet chitineux dorsal qui va aboutir au tubercule *t* ; *fe*, face supéro-externe ; *ma* et *m*, muscles adducteurs et muscles abducteurs de la mandibule.

Fig. 11. — Mâchoires et labium de la larve d'*Io Irene*. (Vus par leur face supérieure . — *la*, labium ou lèvre inférieure, avec les palpes labiaux *pl* placés latéralement ; *fi*, filière ; *m*, mâchoires et palpes maxillaires *pm*.

Fig. 12. — Une fausse patte de la larve d'*Io Irene*. — Les fausses pattes, au nombre de cinq paires, sont placées sur les 6e, 7e, 8e, 9e et

12e segments. La sole pédieuse présente une dépression infundibuliforme, aplatie dans le sens transversal ; elle est limitée par une lèvre externe *ce*, sans crochets, pourvue seulement de longues soies *s*, et une lèvre interne *ci*, portant deux rangées alternes de crochets à pointe libre, dirigée intérieurement ; *b*, tronc et soies *S* de la fausse-patte ; tégument du corps.

Fig. 13. — Crochets disposés en deux rangées sur la demi-circonférence interne de la sole pédieuse des fausses-pattes. *gc*, demi-couronne interne, formée par les grands crochets ; *pc*, demi-couronne externe formée par les petits crochets ; externe par rapport à la précédente, mais tournée vers le plan médian du corps . Dans les deux rangées, les crochets sont alternes , *b*, racine du crochet ; *m*, faisceau musculaire inséré au sommet de la racine du crochet ; *c*, lamelle chitineuse ; l'ensemble de ces lamelles forme la paroi de la concavité de la sole pédieuse ; *i*, côté externe se continuant avec la paroi externe de la fausse patte.

Fig. 14. — Ensemble de l'appareil digestif de la larve d'*Io Irene*.

ph, pharynx ; *o*, œsophage ; *Im*, intestin moyen ; *Ip*, intestin postérieur ou terminal ; *a*, orifice anal ; *tm*, tubes de Malpighi, au nombre de six, groupés en deux faisceaux de trois tubes chacun. Ces organes sont renflés de distance en distance et présentent une apparence moniliforme, disposition fréquente chez les larves de Lépidoptères. Les trois tubes, de chaque côté, vont déboucher dans une ampoule *v*, de laquelle part un court conduit efférent. Ces deux derniers s'ouvrent, dans l'intestin, généralement en deux points diamétralement opposés. Ce n'est cependant pas tout à fait le cas dans la larve qui nous occupe.

Fig. 15. — Région postérieure œsophagienne et extrémité antérieure de l'intestin moyen de la larve. — *Œ*, œsophage ; *Im*, intestin moyen ; *S*, sillons circulaires parcourant l'intestin moyen ; *b*, tubercules glandulaires entourant l'extrémité antérieure de l'intestin moyen et interrompus seulement sur les lignes dorsale et ventrale ; *ba*, dépression longitudino-dorsale où s'arrêtent les sillons circulaires. A la face ventrale existe une pareille dépression, moins accentuée cependant que la précédente.

Fig. 16. — Pharynx et partie antérieure de l'œsophage vus par leur face supérieure. On a débarrassé la tête de tous ses organes, à l'exception de la partie antérieure de l'intestin et des muscles adducteurs des mandibules. *Ph*, pharynx sur les parois dorsales duquel on voit l'insertion de quelques faisceaux musculaires appartenant aux muscles dilatateurs supérieurs ; *Gf*, ganglion frontal du système sympathique ; *c*, ganglions cérébroïdes, ou sus-œsophagiens, avec les connectifs latéraux *co* constituant le collier œsophagien ; *m*, muscles adducteurs des mandibules ; *o*, œsophage, avec insertion de nombreux faisceaux musculaires *n* ; *nr*, nerf récurrent qui part du ganglion frontal et passe sous les ganglions cérébroïdes.

Fig. 17. — Partie antérieure du système nerveux symphatique et ganglions cérébroïdes de la larve d'*Io Irene*. — *p*, pharynx et *o*, œso-

phage ; *gc*, ganglions cérébroïdes ; *co*, collier œsophagien ; *nf*, nerf frontal qui émet, en avant, un mince filet nerveux, le nerf fronto-antérieur *i* ; α. ganglion frontal ; *np*, nerf pharyngien supérieur, ramifié à son extrémité ; *nl*, nerf labial (du labre) ; *no*, nerf des ocelles et des antennes ; *nl*, nerf latéro-pharyngien ; *nr*, nerf récurrent qui part du ganglion frontal α, passe sous les ganglions sus-œsophagiens *g c* et s'applique contre les parois médio-dorsales du pharynx et de l'œsophage.

Fig. 18. — Coupe médio-verticale de la tête de la larve. — *l*, labre ou lèvre supérieure ; *f*, plaque frontale ; *i*, lèvre inférieure ou labium ; *fi*, filière ; *gs*, glandes séricigènes ; on n'a représenté que le canal commun, très court, et les parties terminales des canaux excréteurs glandulaires ; *p*, pharynx ; *o*, première partie de l'œsophage ; *c*, intima chitineuse ; *ec*, assise épithéliale chitinogène ; *mc*, musculature circulaire du pharynx et de l'œsophage ; *co*, commissure des ganglions cérébroïdes ; *Gf*, ganglion frontal et nerf récurrent *nr* ; *go*, coupe des ganglions sous-œsophagiens. Dans cette coupe, nous n'avons figuré que les organes décrits ci-après : tube digestif, système nerveux, glandes séricigènes, etc.

Fig. 19. — Coupe transversale de l'extrémité antérieure du pharynx de la larve d'*Io Irene*. — On n'a représenté qu'une partie de la section. — *mc*, musculature circulaire, très épaisse et comprenant un grand nombre de faisceaux superposés ; *ml*, faisceaux musculaires longitudinaux, peu nombreux et localisés dans les replis pharyngiens ; *ic*, *intima* ou cuticule chitineuse, très épaisse, comprenant deux zones ; une zone externe *st* striée et lamelleuse et une zone interne *c*, compacte, hyaline, mince, transparente et portant, çà et là, des denticulations ou de courtes épines chitineuses ; *ep*, épithélium chitinogène, formé de cellules à cloisons latérales indistinctes, avec noyaux allongés, ovales *n* et entourés d'une masse protoplasmique compacte et fortement colorée par les réactifs.

Fig. 20. — Coupe verticale, perpendiculaire à l'axe, de l'extrémité postérieure du pharynx de la larve d'*Io Irene*.

c, cavité pharyngienne, très irrégulière ; *ie* et *it*, deux zones (externe et interne) que forme l'intima chitineuse ; cette intima présente de nombreux replis et porte, à sa surface libre, de fines épines cornées ; *Ech*, épithélium chitinogène, composé de cellules aplaties, à parois latérales indistinctes ; *n*, noyaux cellulaires ; *mb*, membrane basale (propria) servant de support à l'assise épithéliale ; *ml*, fibres musculaires longitudinales, peu nombreuses et localisées à la base des replis ; *mc*, épaisse couche musculaire annulaire, comprenant un grand nombre de faisceaux superposés.

Fig. 21. — Portion de coupe verticale de l'extrémité postérieure du pharynx de la larve d'*Io Irene*.

Ec, épithélium chitinogène, formé par une seule assise de cellules ; cet épithélium, qui forme de nombreux replis, repose sur une lamelle conjonctive ou *membrane basale mb* ; *n*, noyaux cellulaires ; *ml*, fibres musculaires longitudinales ; *mc*, couche musculaire circulaire, comprenant de nombreux faisceaux superposés. La cuticule ou intima chitineuse

interne est très épaisse, plissée et comprend deux zones : une zone interne *ei*, limitant le canal, hyaline, transparente et portant çà et là des crochets ou denticules *e*, et une zone externe *ce*, finement striée et se colorant par les divers réactifs. Les deux régions ne sont pas nettement séparées.

Fig. 22. — Section transversale de l'œsophage (région médiane) de la larve d'*Io Irene*.

c, cavité œsophagienne ; *i*, cuticule ou *intima* chitineuse interne, avec ses nombreux replis ; *ec*, épithélium chitinogène ; *mb*, membrane basilaire ; *ml*, fibrilles musculaires longitudinales, espacées çà et là ; *mc*, épaisse musculature circulaire.

Fig. 23. — Coupe longitudinale (axiale) de l'extrémité postérieure de l'œsophage, vers l'origine de l'intestin moyen. — *ml*, faisceaux musculaires longitudinaux ; *m*, assise musculaire annulaire, très épaisse ; *tp*, membrane basale (*tunica propria*), servant de support à l'épithélium chitinogène *e* ; *n*, noyaux cellulaires ; *i*, cuticule chitineuse (*intima*) comprenant une zone interne lamelleuse et une zone externe, compacte et hyaline.

Fig. 24. — Coupe antéro-postérieure de la valvule œsophagienne de l'intestin de la larve d'*Io Irene*. — *E*, extrémité postérieure de l'œsophage et cavité œsophagienne *o* ; *u*, valvule œsophagienne, très courte et en forme d'entonnoir ou de manchon ; *a*, sa cavité ; *i*, cuticule chitineuse de la valvule et *e*, épithélium chitinogène, continuation de celui de l'œsophage ; *v*, sinus sanguin et *x*, lacunes sanguines postérieures ; *mc*, muscles circulaires formant en *sp* un anneau ou épais sphincter ; *p*, cellules génératrices de la membrane péritrophique *mp* ; cette dernière forme un long sac contenu dans l'intestin moyen *i* ; *b*, membrane basale supportant l'épithélium *em* de l'intestin moyen ; *c*, bordure ciliée en brosse.

Fig. 25. — Partie droite d'une section longitudinale intéressant la valvule cardiaque et l'extrémité antérieure de l'intestin moyen de la larve de *Chironomus* (fig. schématisée, d'ap. P. Vignon). — *eo*, épithélium de la valvule cardiaque, avec muscles circulaires *m* ; *Si*, sinus sanguin creusé dans l'épaisseur de la valvule ; *P*, proventricule, avec ses trois saccules inférieurs ; *bi* et *be*, parois du laminoir annulaire servant surtout au parachèvement de la membrane péritrophique *Mp*. Cette membrane est sécrétée, sous forme de chitine fluide *a*, par les premières cellules de l'intestin moyen, cellules génératrices de la membrane péritrophique *cm* ; *be*, bague chitineuse externe du laminoir ; *bi*, bague chitineuse interne et bague accessoire *b*. C'est entre ces deux bagues qu'est laminée la membrane péritrophique ; ces deux bagues sont sécrétées par les cellules, en regard, de l'épithélium *eo* et *ei* ; *li*, origine de l'intestin moyen. Les cellules-mères ou génératrices *cm* de la membrane péritrophique sont les premières cellules de l'intestin moyen.

Fig. 26. — Coupe transversale des bourrelets glandulaires situés à l'origine de l'intestin moyen. — Larve d'*Io Irene*. — La figure représente une portion de coupe de l'un de ces bourrelets ; *ml* et *mc*, faisceaux

musculaires longitudinaux et circulaires ; *mb*, membrane basilaire, servant de support à l'épithélium glandulaire *e*. Ce dernier est formé par de hautes cellules cylindriques, à noyaux ovales *n* ; la limite interne des cellules porte une bordure ciliée *e* ; *c*, cavité de la crypte ou bourrelet s'ouvrant directement à l'extrémité antérieure de l'intestin moyen.

Fig. 27. — Cellule de l'épithélium de l'intestin moyen de la larve d'*Io Irene*, prise vers la région médiane de l'organe. — *ml*. muscles longitudinaux ; *mc*, faisceaux musculaires circulaires ; *mb*, membrane basilaire supportant la cellule *c* ; *n*, noyau cellulaire entouré de protoplasme vacuolaire ; *b*, bordure en brosse formée de cils, longs, minces, indépendants et immobiles ; à la base de chaque cil se trouve un corpuscule basilaire ou bouton basal *g*, duquel part, du côté externe, un prolongement filiforme ou racine ciliaire qui va se perdre dans la zone ectoplasmique, finement granuleuse, de la cellule.

Fig. 28. — Coupe longitudinale (passant par l'axe) de l'intestin moyen de la larve d'*Io Irene*. Cette section est pratiquée à peu près vers le milieu de l'organe. *ml*, muscles longitudinaux, recouverts extérieurement par une très mince membrane péritonéale ; *mc*, faisceaux musculaires circulaires, très épais, placés intérieurement ; *mb*, membrane basilaire (*tunica propria*) supportant l'épithélium intestinal *Ep*, formé par de hautes cellules cylindriques ; *cg*, cellules génératrices placées au fond des cryptes ; *ci*, bordure ciliée en brosse, formée par des cils indépendants, immobiles et fixés sur un granule ou corpuscule basilaire ; *sg*, globule d'exérétion ; *pm*, portion de membrane péritrophique.

Fig. 29. — Portion de coupe transversale (perpendiculaire à l'axe) de l'intestin terminal de larve (*Io Irene*). Cette coupe passe à travers le premier renflement intestinal postérieur, vers la région médiane de l'organe ; *ml*, faisceaux musculaires longitudinaux, espacés de distance en distance ; *mc*, masses circulaires formés généralement de plusieurs assises superposés ; *mb*, membrane basale ; *Ep*, épithélium intestinal, constitué par des cellules aplaties, à parois latérales peu apparentes, indistinctes et à protoplasme finement granuleux ; *n*, noyaux cellulaires entourés d'une aréole claire et transparente ; *ic*, intima chitineuse, hyaline, mince et sinueuse ; *r*, nombreux replis formés par l'épithélium intestinal. La longueur et le nombre de ces replis varient suivant les régions de l'organe.

Fig. 30. — Ensemble des glandes séricigènes de la larve d'*Io Irene*. Ces glandes, cylindriques, sont très sinueuses et appliquées contre les parois intestinales. Complètement étalées, elles dépassent une fois et demie la longueur du corps de la chenille. *c*, extrémité postérieure de la glande terminée en cœcum arrondi ; *gl*, tube glandulaire ; *g*, partie antérieure de la glande correspondant à la région vésiculeuse des glandes du *Bombyx* ; *ce*, canal excréteur ; les deux canaux excréteurs se fusionnent, en un tube très court, avant de pénétrer dans la filière *fi* ; *p*, palpes labiaux ; *ga*, glandes accessoires gl. de Filippi, pourvues de canalicules excréteurs très courts, débouchant dans le canal *ce*.

Fig. 31. — Partie antérieure de l'appareil séricigène de la larve.

ce, canal excréteur des glandes séricigènes ; les deux canaux se fusionnent, avant de pénétrer dans la filière, en un tronc impair très court *c* ; *a*, canaux excréteurs des glandes accessoires gl. de Filippi) ; *fi*, filière et fil de soie *s* ; *p*, palpes labiaux.

Fig. 32. — Coupe longitudinale de la partie médiane sécrétrice de la larve d'*Io Irene*. On n'a représenté que la région épithéliale droite de la glande). — *o*, lumière centrale de la glande ; *c*, mince cuticule interne, renforcée par des épaississements spiralés ; en *a*, on a représenté quelques anneaux internes ; les ramuscules trabéculeux obliques ou transversaux qui les unissent ne sont pas indiqués ; *n*, noyaux cellulaires ramifiés ; *cl*, cloisons cellulaires latérales, très peu apparentes ; *mp*, membrane péritonéale externe, très mince ; *p*, protoplasme de l'épithélium sécréteur, finement granuleux, traversé par des filaments radiaires *r*, parfois groupés en faisceaux, mais formant parfois un réticulum.

Fig. 33. — Coupe transversale du canal excréteur des glandes sérici-gènes de la larve d'*Io Irene*. — Cette section a été faite un peu en arrière du point d'embouchure des *glandes accessoires*. — *mp*, membrane péritonéale externe, très ténue ; *n*, noyaux cellulaires, allongés, sinueux et portant latéralement de courtes ramifications ; *r*, cloisons cellulaires latérales, peu apparentes ; *p*, protoplasme formé d'une masse finement granuleuse traversée par des trabécules radiaires constituant un réticulum irrégulier ; *zr*, zone ectoplasmique radiée, située sous la cuticule *c* ; cette dernière, d'épaisseur variable suivant les régions du canal, comprend des stries radiaires parallèles et quelques stries circulaires concentriques ; *o*, cavité du canal contenant le filament soyeux composé d'un cylindre central ou soie *S*, entouré d'une gaîne granuleuse ou grès *g*.

Fig. 34. — Coupe d'une portion de la paroi du canal excréteur des *glandes séricigènes* de la larve. — Cette section est faite en avant des canaux excréteurs des glandes accessoires ; *o*, cavité du canal ; *c*, cuticule hyaline, avec ses stries radiales et quelques stries concentriques ; *zr*, zone ectoplasmique radiée sous-cuticulaire, traversée par des bâtonnets très minces ; *mp*, membrane péritonéale externe, très mince, avec de petits noyaux *n'* très espacés ; *p*, protoplasme cellulaire, finement granuleux et traversé par de nombreuses fibrilles ou stries *r*, formant un réticulum irrégulier ; *n*, noyau cellulaire, recourbé et portant de courts bourrelets latéraux.

Fig. 35. — Ensemble des glandes mandibulaires de la larve d'*Io Irene*. *md*, mandibules très puissantes, portant sur leur bord interne des denticules acérées *d* ; *m*, gros faisceau musculaire avec son apodème *a* contenant la partie terminale du canal excréteur *c* ; *gl*, glande mandibulaire (partie sécrétrice) ; *ai*, extrémité cœcale arrondie de la glande mandibulaire ; cette extrémité se continue, en *e*, par une partie très sinueuse ; *o*, orifice glandulaire situé à la face interne de la base de la mandibule.

Fig. 36. — Coupe transversale passant à peu près au milieu de la partie sécrétante de la glande mandibulaire de la larve d'*Io Irene*. — *c*, cavité de la glande, large, ovale ou cylindrique ; *i*, intima ou cuticule

chitineuse interne, présentant extérieurement des stries concentriques ; on n'observe aucune trace des stries radiales ; *mp*, membrane péritonéale externe, recouvrant l'organe tout entier et présentant, çà et là, quelques rares noyaux aplatis *a* ; *n*, noyaux cellulaires, allongés, irréguliers et munis de courts appendices latéraux ; *cl*, cloisons cellulaires peu apparentes ; *p*, protoplasme avec les nombreux trabécules ou fibrilles cytoplasmiques radiaires *st*.

Fig. 37. — Coupe transversale du canal excréteur des glandes mandibulaires de la larve d'*Io Irene*. Cette coupe passe en avant de la soudure du conduit avec l'aponévrose musculaire. — *m*, membrane péritonéale externe, très mince, présentant, de distance en distance, des noyaux très aplatis *a* ; *cl*, cloisons cellulaires, peu apparentes ; *n*, noyaux allongés, plus ou moins sinueux et portant latéralement de courtes ramifications ; *i*, cavité du canal ; *c*, cuticule ou *intima* interne, épaisse et présentant extérieurement des stries concentriques ; *p*, protoplasme à structure radiaire, pourvu de vacuoles internes et présentant une zone radiée sous-cuticulaire très mince.

Fig. 38. — Coupe longitudinale de l'extrémité proximale du canal excréteur des glandes mandibulaires et de l'origine *mab* de l'apodème musculaire. Larve d'*Io Irene*. On voit, dans cette figure, que l'*intima* ou cuticule chitineuse *d* du canal excréteur glandulaire s'épaissit progressivement et se continue directement avec la tige chitineuse canaliculée de l'apodème ; *c*, épithélium du canal excréteur, avec noyaux *n* ; *b*, lumière du canal excréteur ; *d*, cuticule interne, en continuation directe avec la cuticule *a* de l'apodème ; *m*, faisceaux musculaires. On voit, de distance en distance, entre les points d'insertion des faisceaux musculaires, des cellules qui s'aplatissent de plus en plus au fur et à mesure qu'on s'approche de l'orifice glandulaire.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Larve d'*Io Irene* Boisduval, vue par sa face inférieure (grandeur naturelle).

Fig. 2. — Larve d'*Io Irene*, vue par sa face dorsale (g. n.). Par suite de l'action du liquide fixateur, ces larves sont assez fortement rétractées.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1602. Aldrovandus : *De animalibus insectis libri septum.* Bologne, 1602.
1653. Jonston : ***Historiæ naturalis de Insectis.*** Francfort, 1653.
1662. Gœrdatius : ***Metamorphosis Insectorum.***
1669. Malpighi : *Dissertatio epistolica de Bombyce.* Londres, 1669.
1681. Blasius : *Anatome Animalium.* Amsterdam, 1681.
1685. Swammerdam : ***Biblia naturæ.*** Leyde, 1737.
1734. Réaumur : *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes.*
1755. Rösel von Rosenhof : *Insecten Belustigunguen.* Nuremberg, 1755.
1762. Pierre Lyonnet : *Traité anatomique de la chenille qui ronge le* ***bois de saule.*** Amsterdam, 1762.
1791. C. Stoll : *Supplément à l'ouvrage intitulé : les Papillons exotiques* ***des trois parties du monde, l'Asie, l'Afrique et l'Amérique, par Pierre Cramer, contenant les figures exactes des chenilles et chrysalides de Suriname, etc...*** Amsterdam, 1791.
1811. Ramdohr : *Abhandlungen über die Verdauungswerkzeuge der* ***Insekten.***
1818. Dutrochet : *Recherches sur les métamorphoses du canal alimentaire* ***chez les Insectes.*** Journal de Physique, t. LXXXVI, 1818.
1832. Newport : *On the nervous System of the Sphinx ligustri.* Pilosoph. trans. of the Roy. Soc. of London, 1832.
1836. Brandt : ***Remarques sur les nerfs stomato-gastriques chez les animaux invertébrés,*** Mémoires Acad. des Sciences de Saint-Pétersbourg.
1842. V. Audouin : ***Histoire de la pyrale.***
1844. Robinet : ***Mémoire sur la sécrétion de la soie.*** Annales de la Soc. d'Agricult. de France.
1846. Meckel : ***Müller's Archiv.,*** 1846.
1846. G. Rolleston : *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere.* Archiv. für Anatomie de J. Müller, 1846 ; p. 31-32.
1849. Dr Auzoux : *Ver à soie elastique*, Paris.
1851. Bouchardat : *De la digestion chez le Ver à soie.* Revue et Mag. de Zoologie de Guérin-Méneville, 2e série, t. III, 1851.
1852. Ch. Péligot : *Études chimiques et physiologiques sur les Vers à* ***soie.*** C. Rendus de l'Ac. des Sciences, t. 33, 1852.
1853. De Filippi : *Brieve riassunto di alcune ricerche anat. fisiol. sul* ***baco da seta.*** Ann. Soc. Sc. Biol., Torino.
1856. Cornalia : *Monographia del Bombice del Gelso*, Mem. del Ist. Lombardo di Scien. Lett. ed. Arti. Vol. Sesto, 1856.

1857. Leydig : *Traité d'Histologie*, 1857 et 1886.
1864. Pagenstecher : *Die ungeschlechtliche Vermehrung der Fliegenlarven*. Zeitsch. für Wissensch. Zool., t. 14, p. 408, 1864.
1864. Barthélemy : *Rec. d'Anatomie et de Physiologie sur la classe des Lépidoptères*. Toulouse, 1864.
1866. Meeznikow : *Embryologische Studien an Insecten*. Zeitsch. f. Wiss. Zool., Bd. 16, p. 407, 1866.
1873. Robin : *Anatomie et physiologie cellulaires*.
1875. Dr J. A. Boisduval : *Aperçu monographique du genre* Io, *l'un des démembrements de la grande famille des Saturnides*, Bruxelles, 1875.
1876. F. H. Helm : *Ueber die Spinndrüsen der Lepidopteren*, in : Zeitsch. für Wiss. Zoologie, 1876, t. 26, p. 434-466, avec pl. XXVII et XXVIII.
1878. Engelmann et van Lidth de Jeude : *Zur Anatomie et Physiol. der Spinndrüsen der Seidenraupe*, in : Zool. Anzeiger, I Jahrg., n° 5, 1878.
1879. H. Grenacher : *Untersuchungen ueber das Sehorgan der Arthropoden*, etc... Göttingen, 1879.
1881. O. Krancher : *Der Bau der Stigmen bei den Insekten*. Zeitsch. f. Wiss. Zool. Bd. XXXV, p. 505-574. avec 2 pl.
1882. Tichomiroff : *Histoire du développement du Ver à soie*,
1882. Viallanes : *Recherches sur l'histologie et l'histolyse chez les Insectes*. Annales des Sciences Nlles, Zool. 1882.
1885. J. F. Judeich et H. Nitsche : *Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsekten*.
1887. Ant. Schneider : *Ueber den Darmkanal der Arthropoden*, in : Zoologische Beiträge, Bd. II, Heft. I, p. 82-96. Breslau, 1887.
1887. Wertheimer : *Sur la structure du tube digestif de l'Oryctes nasicornis*. C. rendus Soc. Biologie, p. 531, 30 juillet 1887.
1888. Carlet : *Sur un nouveau mode de fermeture des trachées* (fermeture operculaire *chez les Insectes*. C. R. Acad. des Sciences, t. CVII, p. 755-757.
1889. P. Mingazzini : *Ricerche sul canale digerente delle larve dei Lamellicorni fitofagi*. in : Mitheilungen aus der Zool. Station Zu Neapel, Bd. IX, Heft I, 1889.
1889. L. Blanc : *Etude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le Bombyx mori*. Lyon, 1889.
1894. Leo Vignon : *La soie au point de vue scientifique et industriel*.
1890. Balbiani : *Études anatomiques et histologiques sur le tube digestif des Crytops* ; in : Archives de Zoologie expérimentale et générale, IIe série, t. VIII, 1890.
1890. Van Gehuchten : *Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de la Ptychoptera contaminata* (Dipt.). La Cellule, t. VI, 1er fasc. 1890.
1890. G. Gilson : *La soie et les appareils séricigènes*. La Cellule, t. VI. 1er fasc. 1890.

1890. Verson : *De una serie di nuovi organi escrettore scoperti nel filugello*. R. Stag. bacol. Padova.
1891. L. Blanc. *La tête du Bombyx mori à l'état larvaire. Anatomie et Physiologie*. Laboratoire d'études de la soie. Rapport ; Lyon, 1891.
1894. G. Gilson : *La soie et les appareils sécrigènes*. La Cellule, t. X, 1er fascicule, p 40 et suiv., 1894.
1896. Maurice Henseval : *Étude comparée des glandes de Gilson, organes métamériques des larves d'Insectes*. La Cellule.
1896. Korschelt : *Ueber Zellmembranen in den Spinndrüsen der Raupen*. Arch. Mikr. Anat. t. XLVII, p. 550-570, avec 2 pl.
1896. Korschelt : *Ueber die structur der Kerne in den Spinndrüsen der Raupen*. Arch. Mikr. Anat. Bd. 47, p. 500-569 avec 3 pl. 1896.
1896. L. Beille : *Étude anatomique de l'appareil urticant des chenilles processionnaires du Pin maritime, Cnethocampa pityocampa* Borowsky. C. R. Soc. Biologie, 30 mai 1896.
1897. Maurice Henseval : *Les glandes à essence du Cossus ligniperda*. La Cellule, t. XII, fasc. 1er, 1897.
1897. F. Meves : *Zur Structur der Kerne in den Spinndrüsen der Raupen*. Arch. Mikr. Anat. Bd. 48, p. 573-579, avec une pl., 1897.
1897. Korschelt : *Ueber der Bau der Kerne in den Spinndrüsen der Raupen*. Arch. Mikr. Anat. Bd. 49, p. 798-804, 1897.
1898. F. Henneguy : *Sur les rapports des centrosomes avec les cils vibratiles*. C. R. Ac. des Sciences, t. CXXVI.
1899. R. Dubois : *Sur la soie de la chenille processionnaire du pin maritime*, etc... Ann. Soc. Lin. Lyon-XLVI, p. 125, 1899.
1900. P. Vignon : *Les cils vibratiles*. Causeries scientifiques. Soc. Zool. de France, nº 3, 1900.
1902. P. Vignon : *Recherches de cytologie générale sur les épithéliums*. Thèse de la Fac. des Sciences de Paris.
1902. Levrat et A. Conte : *Rapport du labor. d'étude des soies*. Lyon, 1902.
1902. Dr Jacob de Cordemoy : *Les Soies*.
1903. L. Bordas : *Les glandes mandibulaires des larves de Lépidoptères*. C. Rendus Acad. des Sciences de Paris, 25 mai 1903.
1904. Jules Villard : *A propos d'une prétendue chlorophylle de la soie*. C. Rendus Soc. de Biologie de Paris, nº 22.
1904. L. Bordas : *Sur les glandes mandibulaires de quelques larves de Lépidoptères*. C. Rendus Soc. de Biologie de Paris, t. LVII, p. 474-476.
1904. Prenant, Bouin et Maillard : *Traité d'Histologie*, t. 1er, Paris, 1904.
1904. L. Bordas : *Sur les glandes annexes de l'appareil sécrigène des larves de Lépidoptères*. C. Rendus Acad. des Sciences, 2e semestre, t. CXXXIX, p. 1036-1039.

1904. A. Conte : *Coloration naturelle des soies*. C. Rendus Soc. Biologie, n° 25.

1905. L. Bordas : *Morphologie et structure histologique des glandes mandibulaires d'Arctiidæ*. C. Rendus Soc. Biologie de Paris, t. LVIII, p. 876-879, etc...

1905. L. Bordas : *Glandes annexes* ou *accessoires de l'appareil séricigène des larves d'Io Irene* Boisduval. C. Rendus Acad. des Sciences, Séance du 30 Octobre 1905.

TABLE DES MATIÈRES

Considérations générales..... 267
Considérations générales sur le genre *Io*..... 269
Description de l'espèce *Io Irene* Cramer et Boisduval..... 272

Chapitre Ier. — Morphologie externe de la larve d'*Io Irene*..... 273

Morphologie des pattes antérieures..... 275
Les stigmates (Larve d'*Io Irene* Boisduval)..... 276
Poils et ocelles de la larve..... 282
Tête et fausses-pattes de la chenille..... 286

Chapitre II. — Appareil digestif de la larve d'*Io Irene* Boisduval.. 294

Historique 294
Anatomie du tube digestif..... 296
Système nerveux sympathique..... 301

Chapitre III. — Structure histologique du tube digestif de la larve d'*Io Irene*..... 303

Cavité buccale et pharynx..... 303
Œsophage 307
Mode de formation de la cuticule..... 308
Valvule œsophagienne : structure histologique et fonctions physiologiques 310 313
Intestin moyen..... 314
Origine de la membrane péritrophique..... 315
Fonctions de la membrane péritrophique..... 318
Bourrelets glandulaires..... 320
Bordure en brosse ou épithélium cilié de l'intestin moyen.... 322
Histologie de l'intestin moyen..... 326

Chapitre IV. — Structure histologique de l'intestin terminal.... 328

Chapitre V. — Glandes séricigènes de la larve d'*Io Irene*..... 328

Historique..... 335
Étude anatomique des glandes séricigènes..... 339

Chapitre VI. — Structure histologique des glandes séricigènes.. 339

Portion sécrétante..... 342

Sécrétion des glandes séricigènes. Formation de la soie..... 344
Presse..... 344
Structure histologique du canal excréteur des glandes sérici-
gènes..... 346

Chapitre VII. — Glandes annexes ou accessoires (*Glandes de Lyonet*) de l'appareil séricigène des larves d'*Io Irene*..... 350

Historique..... 350
Glandes annexes de la larve d'*Io Irene*..... 352
Structure histologique des glandes accessoires (*Glandes de Lyonet*)..... 353
Fonctions des glandes accessoires..... 356

Chapitre VIII. — Glandes mandibulaires de la larve d'*Io Irene*... 357

Historique..... 357
Morphologie des glandes mandibulaires..... 358
Structure histologique des glandes mandibulaires..... 360
Apodème musculaire et partie terminale du canal excréteur... 363
Fonctions des glandes mandibulaires. Nature du liquide sécrété..... 364
Usages..... 366

Explication des figures..... 367

Index bibliographique..... 375

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

Sommaires des volumes parus des

ANNALES DE L'INSTITUT COLONIAL DE MARSEILLE

1893. — *Premier volume.* — (Première année.)

1er *Mémoire.* — Sur les **Kolas africains** au point de vue botanique, chimique, physiologique, thérapeutique, bromatologique et pharmacologique, par le professeur Ed. Heckel.

2e *Mémoire.* — Sur le beurre et le pain d'**O'Dika** du Gabon-Congo et sur les végétaux qui le produisent. Comparaison avec le beurre de **Cay-Cay** de Cochinchine et les végétaux qui le donnent, par le professeur Ed. Heckel.

1894. — (Deuxième année.)

Dans la Haute-Gambie. — Voyage d'exploration scientifique, par le docteur André Rançon. (Avec cartes et figures dans le texte et hors texte.)

1895. — *Deuxième volume.* — (Troisième année.)

1. Contribution à l'étude du **Robinia Nicou** Aublet, au point de vue botanique, chimique et physiologique, par E. Geoffroy, pharmacien des colonies, licencié ès sciences naturelles.
2. Contribution à l'étude botanique, thérapeutique et chimique du genre **Adansonia** (Baobab), par le docteur Charles Gerber, professeur suppléant à l'Ecole de médecine, préparateur de botanique à la Faculté des sciences de Marseille.
3. Sur le **Quassia africana** Baillon, du Gabon. (Etude botanique, chimique et thérapeutique, par le docteur L. Claudel, préparateur à la Faculté des sciences de Marseille, licencié ès sciences naturelles.)
4. Sur le **Bakis** (*Tinospora Bakis* Miers) et le **Sangol** (*Cocculus Leaeba* G. P. et Rich.) du Sénégal et du Soudan, par Ed. Heckel et Fr. Schlagdenhauffen.
5. Etude sur le **Psidium** (Goyavier), par M. Khouri, pharmacien de 1re classe de l'Ecole de Paris.

1896. — *Troisième volume.* — (Quatrième année.)

Flore phanérogamique des Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique), par le R. P. Dus, professeur au Collège de la Basse-Terre. (Avec annotations du professeur Dr Heckel sur l'emploi de ces plantes.)

1897. — *Quatrième volume.* — (Cinquième année.)

1. **Rapport de mission scientifique** à la Martinique et à la Guyane, par Emmanuel Geoffroy.
2. Les **Plantes médicinales et toxiques** de la Guyane française, par M. Edouard Heckel.
3. Recherches sur les **Graines grasses** nouvelles ou peu connues des Colonies françaises, par Ed. Heckel.
4. Sur un **Strophantus** du Congo français (**Strophantus** d'Autran). Etude de chimie et de matière médicale, par MM. les professeurs Schlagdenhauffen et Louis Planchon.
5. L'**Erouma** de la Nouvelle-Calédonie et son produit résineux, par M. Henri Jumelle.
6. **Du Bois piquant** de la Guyane française et de son écorce fébrifuge, fourni par le Zanthoxylum Perrotetii DC., par MM. Ed. Heckel et F. Schlagdenhauffen.
7. Sur les **Murraya Kœnigii** et **exotica** de Cochinchine ; étude de pharmacognosie, par le Dr Laborde.

1898. — *Cinquième volume.* — (Sixième année.)

1. Les **Plantes à Caoutchouc et à Gutta** dans les Colonies françaises, par H. Jumelle, professeur adjoint à la Faculté des sciences de Marseille.
2. Les **Graines grasses nouvelles ou peu connues** des Colonies françaises, étude botanique chimique et industrielle, par M. Edouard Heckel.
3. **Sur un nouveau Jaborandi des Antilles françaises** (*Pilocarpus racemosus* Vahl), par M. le Dr Rocher, professeur à l'Ecole de médecine et de pharmacie de Clermont-Ferrand (Etude botanique et pharmaceutique.)

1899. — *Sixième volume.* — (Septième année.)

1. **Etude sur les cacaos**, par M. le professeur Jumelle.
2. **Etude sur les gommes, gommes-résines et résines** des Colonies françaises, par M. le Dr Jacob de Cordemoy.

1900. — *Septième volume.* — (Huitième année.)

1er *fascicule.* — **Étude sur le tabac**, production, manufacture et culture, notamment dans les Colonies françaises, par M. Laurent, docteur ès sciences.

2e *fascicule.* — Etude morphologique et anatomique du **Brachytrupes achatinus** Stoll, qui, au Tonkin, ravage les caféiers, par le Dr Bordas, docteur ès sciences.

Sommaires des volumes parus des

ANNALES DE L'INSTITUT COLONIAL DE MARSEILLE

1901. — *Huitième volume.* — (Neuvième année.)

1er *fascicule.* — 1° **Les Soies dans l'Extrême-Orient et dans les Colonies françaises,** par le professeur docteur Hubert Jacob de Cordemoy, — 2° **L'Or dans les Colonies françaises** (historique, gisements, procédés d'extraction, commerce), par M. le professeur docteur Laurent.

2e *fascicule.* — 1° **Sur l'Ousounifing du Soudan** (*Coleus Coppini* Heckel), par M. E. Heckel. — 2° **Sur le processus germinatif** dans **Onguekoa** et **Strombosia** (Olacacées), par M. E. Heckel. — 3° **Sur l'Igname plate du Japon** (*Dioscorea Japonica* Thumb.), par M. E. Heckel. — 4° **Le capitaine Landolphe** et la première colonisation française du Bénin, par M. P. Gaffarel. — 5° **Culture des arbres à gutta** en Indo-Chine et aux Indes néerlandaises, par M. C. Verne. — 6° **Notes d'exploration économique au Congo français,** par M. Léon Berthier.

1902. — *Neuvième volume.* — (Dixième année)

1. **Voyage scientifique au Sénégal, au Soudan et en Casamance,** par M. A. Chevalier.
2. **Journal de route du Sénégal au Soudan et au Foutah-Djallon,** par le capitaine Devaux.

1903. — *Premier volume, 2e série.* — (Onzième année).

1er *fascicule.* — **L'Exposition d'Hanoï.** par le professeur P. Gaffarel (avec de nombreuses illustrations).

2e *fascicule.* — 1. **Graines grasses nouvelles ou peu connues** des Colonies françaises, étude botanique, chimique et industrielle, par M. Edouard Heckel. — 2. **Recherches sur la composition de l'albumen des graines** d'*Astrocaryum vulgare* Mart. et d'*Œnocarpus Bacaba* Mart., Palmiers de la Guyane française, par M. Liénard. — 3. **Catalogue alphabétique raisonné** des plantes médicinales et toxiques de Madagascar avec leur emploi indigène, par M. Edouard Heckel.

1904. — *Deuxième volume. 2e Série.* — (Douzième année).

1. **Recherches anatomiques sur la fleur du Tanghin du Ménabé (Madagascar),** par Paul Dop, docteur ès sciences, chargé d'un cours de botanique, à la Faculté des sciences de Toulouse.
2. **Étude sur l'île de la Réunion** (Géographie physique ; Richesses naturelles ; Cultures et Industries). par le Dr H. Jacob de Cordemoy, chargé de cours à l'École de médecine et à l'Institut colonial de Marseille.
3. **Sur un nouveau Copal et sur un nouveau Kino** fournis, le premier par le fruit, et le second par le tronc et les rameaux du *Dipteryx odorata* Willd. (Étude anatomique du genre *Dipteryx* et étude chimique de ses produits), par MM. Edouard Heckel, H. Jacob de Cordemoy et Fr. Schlagdenhauffen.
4. **Étude ethnographique sur la race Man du Haut-Tonkin,** par le capitaine Maire, de l'infanterie coloniale.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.